COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 15 MAI 1899,

PRÉSIDENCE DE M. VAN TIEGHEM.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** adresse l'ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection de M. *Prillieux*, dans la Section de Botanique, en remplacement de M. *Naudin*.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Prillieux** prend place parmi ses Confrères.

NAVIGATION. — *Application, à titre d'essai, de la division décimale du cercle à la pratique de la navigation.* Note de M. **E. Guyou.**

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un Recueil d'éphémérides, de Tables et de Types de calculs nautiques, destiné à une série d'expé-

riences qui vont être entreprises, sous la direction du Bureau des Longitudes et avec le concours du Département de la Marine, pour étudier, au point de vue des intérêts de la navigation, les avantages que pourrait offrir l'extension du système décimal à la mesure de la circonférence, et pour se rendre compte des difficultés que rencontrerait l'accomplissement de cette réforme.

» Ces expériences ont été instituées conformément à un vœu de la Commission qui a été chargée par le Ministre de l'Instruction publique de l'examen des projets de réforme des unités d'arc et des unités de temps présentés dans le cours des dernières années par diverses sociétés françaises de Géographie.

» Elles consisteront à établir, sur un certain nombre de navires, pendant une période de neuf mois, un régime analogue à celui qui serait adopté si la réforme était décidée. Ces navires ont été choisis parmi ceux qui seront appelés à une navigation assez active pendant la période dont il s'agit. Chacun d'eux a déjà reçu ou recevra, avec le présent Recueil, des Cartes marines et des instruments gradués en unités décimales, ainsi que des Tables de logarithmes appropriées. Des officiers spécialement désignés seront chargés de faire, avec les instruments et les Tables décimales, toutes les observations et tous les calculs nécessaires à la conduite du navire à la mer.

» En outre, l'École navale et un certain nombre de professeurs d'Hydrographie seront plus spécialement chargés de l'étude des facilités qu'apporterait la réforme à l'enseignement des calculs nautiques.

» Les méthodes de calcul indiquées dans cet Ouvrage offrent, comparativement aux méthodes actuellement en usage, des différences assez sensibles. Une partie des modifications introduites à été motivée par l'impossibilité de traduire en unités décimales l'ensemble trop considérable des Tables auxiliaires dont les marins font habituellement usage pour simplifier leurs calculs ; il a fallu, pour suppléer à ces Tables, créer un certain nombre de Tables nouvelles d'étendue beaucoup moindre, donnant les éléments nécessaires à la navigation presque avec la même facilité.

» D'autre part, il a paru opportun, dans cette circonstance, de montrer que, contrairement à l'opinion universellement admise, la réforme des unités d'arc n'est pas nécessairement solidaire de celle des unités de temps. Dans les méthodes qui vont être mises en pratique, il ne sera question que de la première; et nos expériences montreront que, lors même que l'on ne pourrait pas arriver à s'entendre pour la réforme des unités de

temps, rien n'empêcherait d'entreprendre dès maintenant celle des unités d'arc. Il est d'autant plus utile de mettre ce principe en lumière que les raisons les plus sérieuses qui aient été alléguées jusqu'ici pour écarter *a priori* toute idée de réforme s'appliquent presque exclusivement à la mesure du temps.

» Il est bien difficile de méconnaître, en effet, que la nécessité d'imposer cette dernière réforme au public soulèverait des difficultés, sinon insurmontables, du moins considérables. Une réforme d'usages adoptés par toutes les classes de la société, dans tous les pays civilisés, n'aurait de chances de succès que si une majorité imposante y avait des intérêts immédiats, ce qui n'est guère le cas. Les simplifications apportées aux calculs par la décimalisation n'intéressent que ceux qui ont à soumettre le temps à des calculs d'un certaine importance, c'est-à-dire une infime minorité. Sans doute, même pour les besoins usuels, il serait plus facile de se familiariser avec les unités décimales qu'avec les unités actuelles, mais l'habitude de ces unités s'acquiert peu à peu, sans aucune difficulté, par un long usage, comme s'acquiert l'habitude du langage.

» La réforme des unités d'arc, au contraire, serait avantageuse pour tous ceux qui auraient à la subir, et elle serait d'autant plus facile à réaliser que les personnes qu'elle concerne appartiennent à une catégorie assez éclairée et, par suite, plus accessible à une réforme. D'un autre côté, il faut bien reconnaître que la décimalisation des unités d'arc est actuellement en cours d'exécution; nous avons déjà d'une part, en France, le Service géographique de l'armée, le Génie militaire qui se servent du grade; cette même unité a été adoptée par quelques Services géodésiques à l'étranger; d'autre part, un assez grand nombre de calculateurs, en France et hors de France, font usage des Tables de Bremiker en parties décimales du degré. Il paraît donc désirable que les autorités scientifiques des diverses nations civilisées prennent la direction de ce mouvement spontané pour éviter la multiplicité d'unités qui menace de s'établir.

» L'assertion que les deux réformes peuvent être considérées comme indépendantes l'une de l'autre paraîtra, au premier abord, paradoxale. Il est certain, en effet, qu'actuellement, dans ceux des problèmes d'Astronomie et de Navigation où interviennent des arcs d'équateur, les notions de temps et les notions d'arc sont très étroitement enchevêtrées, et que, dans un même problème, le même nombre doit être considéré tour à tour, tantôt comme un arc, tantôt comme un intervalle de temps moyen, de temps sidéral ou de temps vrai. Mais il est facile de voir que ces problèmes sont

presque tous du domaine de la Géométrie pure et que ce mélange confus de conceptions aussi étrangères l'une à l'autre a pour origine l'usage irrationnel de graduer les chronomètres des marins et les pendules sidérales des astronomes en unités de temps. En réalité, ainsi que le montre cet Ouvrage, c'est un arc et non un intervalle de temps que le chronomètre donne aux marins; de même c'est un arc d'équateur céleste que la pendule sidérale indique aux astronomes. C'est donc en unités d'arc et non en unités de temps que ces instruments devraient être gradués, et il suffira de leur restituer cette graduation rationnelle pour faire disparaître des problèmes dont nous parlons cette notion parasite du temps si nuisible à la clarté et toutes les complications de calcul qu'a occasionnées son introduction.

» C'est à cet ordre d'idées que je me suis conformé pour la constitution des méthodes qui vont être mises en pratique par les expérimentateurs. Les chronomètres ont été gradués en unités angulaires, et les éphémérides sont toutes exprimées dans cette même espèce d'unités; enfin toutes les expressions telles que : angle horaire, temps sidéral, temps vrai, etc. ont fait place à des dénominations nouvelles rappelant que, dans les calculs de navigation, les éléments désignés représentent exclusivement des différences de longitudes.

» Dans tous les calculs de navigation proprement dits, il ne sera fait usage que d'unités angulaires; les unités de temps seront exclusivement réservées à la graduation de l'horloge du navire; les deux espèces d'unités ne viendront en contact que dans les problèmes ayant pour objet le réglage de cette horloge.

» L'unité angulaire que nous avons choisie pour ces ingénieurs est le *grade*, centième partie du quadrant. Cette unité offre, comparativement à toutes celles qui ont été proposées, l'avantage de faire entrer l'unité des distances en mer dans le système métrique; de plus, c'est avec ce mode de division que s'effectuent le plus facilement les changements du quadrant, les additions et soustractions de demi-circonférences et de circonférences entières, qui se présentent si fréquemment dans ces calculs.

» Pour l'organisation de ces expériences, nous avons trouvé auprès de la haute administration de la Marine le concours le plus empressé. Nous devons surtout des remercîments à M. le vice-amiral Besnard, ministre en 1898, qui a décidé que la Marine prendrait part à ces études et qui a bien voulu les faciliter en prenant à la charge de son Département les frais d'achat des chronomètres et des sextants décimaux nécessaires aux navires expérimentateurs.

» Nos expériences méritent l'attention de l'Académie non seulement à cause de l'intérêt scientifique qui s'y rattache, mais aussi parce que le but vers lequel elles tendent est l'achèvement du plan de réformes proposé il y a un siècle par les illustres fondateurs du système métrique. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Effets de l'auto-excitation du cœur par l'extracourant du petit signal électromagnétique employé à l'inscription des mouvements des valvules cardiaques;* par M. **A. Chauveau.**

» Au cours des expériences indiquées dans ma Note du 24 avril (*Comptes rendus,* t. CXXVIII, p. 1025), j'ai observé accidentellement des faits montrant que le cœur du cheval est extraordinairement sensible aux courants induits. Je n'ai pu étudier ces faits d'une manière systématique, cette étude exigeant des expériences tout particulièrement onéreuses. Mais les observations que j'ai faites, en passant pour ainsi dire, pendant mes expériences d'inscription électrique des mouvements valvulaires, pourront néanmoins être utiles aux physiologistes qui s'intéressent aux actions inhibitrices ou perturbatrices exercées sur le cœur par les courants électriques.

» Dans mes expériences, je considérais comme absolument négligeable l'action physiologique de l'extracourant d'ouverture du petit signal de M. Marcel Deprez employé comme indicateur des mouvements valvulaires. De fait, je n'avais pas constaté, au cours de mes opérations, le moindre indice d'une excitation quelconque en provenance des minuscules bobines qui constituent la base de cet appareil. Mais, à la suite d'une modification introduite dans la sonde du cœur droit pour en faciliter l'introduction, les choses changèrent du tout au tout.

» La sonde nouvelle ayant été placée sur un cheval, on vit, au moment où la pile fut mise dans le circuit du signal, le sujet osciller sur ses jambes pendant quelques secondes et tomber comme foudroyé sur le sol. On se hâte d'interrompre toutes les communications du sujet avec les appareils récepteurs. L'animal revient à lui et se relève. On remet l'expérience en train, en laissant le signal hors du circuit de la pile, et les pressions intracardiaques s'inscrivent à merveille. Mais aussitôt que le courant est rétabli et mis en état d'actionner le signal, l'animal s'abat de nouveau. Cette fois le foudroiement est irrémédiable. Les mouvements cardiaques et respiratoires ne se rétablissent pas; c'est bien la fin.

» L'autopsie, pratiquée immédiatement, démontra qu'aucune faute expé-

rimentale n'avait été commise. Force fut donc, étant données les circonstances de l'accident, d'incriminer, dans l'appareil nouveau, un vice de construction permettant au cœur de recevoir, d'une manière exceptionnellement favorable, les extra-courants du signal électromagnétique.

» Dans les instruments primitifs, le courant inducteur passait, d'une part, par l'armature métallique de la sonde porte-ampoules, d'autre part, dans un fil isolé placé à l'intérieur du tube enveloppant. Le contact s'opérait, comme il a été dit, entre ces deux conducteurs, au niveau du rétrécissement interampullaire, au moyen d'un ressort très flexible, en continuité, par une de ses extrémités, avec l'armature métallique. L'autre extrémité, libre, portait une pointe de platine, qui venait toucher, quand on appuyait sur le ressort, une petite plaque, également en platine, terminant le fil intérieur isolé.

» Avec cette disposition, l'extracourant du signal se diffusait facilement dans la masse des tissus. En effet, la surface métallique de la sonde n'était couverte d'aucun enduit isolant et livrait passage par toute son étendue à cet extracourant. D'où l'atténuation de ses effets et son innocuité.

» Dans l'appareil nouveau, où une articulation avait été introduite, l'armature ne pouvait plus servir aussi sûrement de conducteur. Alors on la remplaça par un second fil isolé aboutissant au pied du ressort-contact. De cette manière, on concentrait, il est vrai, l'action de l'extracourant dans le cœur tout seul. Mais on ne supposait pas qu'il en pût résulter le moindre inconvénient pour cet organe, en raison de la faiblesse de l'agent excitateur.

» Ces prévisions étaient erronées. Notre sujet a bien été tué par l'extracourant, dont le cœur provoquait lui-même la formation à chaque abaissement de la valvule tricuspide. Il s'agit là pour le cœur d'un vrai cas d'autoélectrocution.

» Deux autres chevaux, du reste, présentèrent des accidents analogues avec l'emploi du même instrument. Peut-être la mort ne serait-elle pas survenue dans ces deux cas, car la pile excitatrice du courant inducteur avait été réduite à un seul couple Grenet (au lieu de deux) et l'extracourant ne donnait à la langue qu'un petit choc absolument insignifiant. Mais on se garda d'insister, pour ne pas s'exposer à perdre complètement le bénéfice de préparatifs expérimentaux laborieux qui pouvaient être autrement utilisés avec profit.

» Sur l'un de ces deux sujets, aussitôt survenue la chute sur le sol, on pratiqua la section atloïdo-occipitale de la moelle épinière et la respiration

artificielle. Le cœur fut mis à nu du côté gauche et reçut, par l'auricule gauche, un explorateur des mouvements de la valvule mitrale. Cet appareil était partout couvert d'une couche de vernis isolant, sauf au niveau des contacts. L'extracourant, très faible, ne pouvait donc traverser que le sang dans lequel plongeaient ces contacts. Cependant il agissait sur le cœur lui-même avec une très grande énergie. Au moment où le signal était mis dans le circuit de la pile, le cœur se mettait à battre d'une manière extrêmement précipitée et les battements devenaient bientôt ataxiques. Parfois l'extrême désordre des battements survenait d'emblée.

» Mon attention, exclusivement fixée sur l'obtention de graphiques indicateurs des mouvements de la valvule mitrale, n'a pas pu s'arrêter sur ces intéressantes particularités. Mais j'ai conservé tous les graphiques où elles se sont inscrites. *Tous témoignent de la très vive impressionnabilité du cœur du cheval à l'action excitatrice, à peine perceptible à la langue, des extracourants produits par les rudiments de bobines du signal de Marcel Deprez.*

» Il sera facile de s'assurer si cette impressionnabilité ne se manifesterait pas sur d'autres espèces, dans le cas où l'agent excitateur serait mis en jeu de la même manière. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la désignation de deux de de ses Membres qui seront chargés de la vérification des Comptes de l'année 1898.

MM. **Mascart** et **Maurice Lévy** réunissent la majorité des suffrages.

RAPPORTS.

ASTRONOMIE. — *Rapport sur un Mémoire de M.* Jean Mascart, *intitulé « Constitution de l'anneau des petites planètes; probabilité des coïncidences », présenté à l'Académie le 2 janvier* 1899.

(Commissaires : MM. Wolf, Radau; Appell, rapporteur.)

« En même temps que les recherches récentes appelaient l'attention des astronomes sur les lacunes qui paraissent exister dans l'anneau

d'astéroïdes du système solaire, l'étude même des orbites prenait une importance particulière au point de vue des analogies qu'elles pourraient présenter; en effet, bien que l'hypothèse d'Olbers soit désormais insuffisante pour expliquer une origine commune à toutes les petites planètes, il n'est pas impossible, il est même probable que plusieurs d'entre elles constituent effectivement des fragments de masses primitives plus considérables. Il existe de ces corpuscules dont les orbites présentent une quasi-identité d'éléments qui est difficilement imputable au seul hasard et qui doit encore se maintenir pendant fort longtemps; mais, à cet égard, la théorie n'a pas défini le rôle de Jupiter pour savoir si son action perturbatrice doit tendre à augmenter ou à diminuer le nombre de ces coïncidences d'éléments.

» M. Jean Mascart est déjà revenu deux fois sur ce genre de questions ([1]). Le Mémoire qu'il soumet actuellement à l'Académie contient deux parties : une application du calcul des probabilités et une statistique des éléments des petites planètes.

» Après avoir montré comment on peut définir l'espérance mathématique d'un joueur, spéculant sur la coïncidence d'éléments, l'auteur applique sa définition au moyen mouvement et à l'excentricité, seuls éléments indépendants du système d'axes choisi. En première approximation le calcul indique que la théorie du hasard ne peut encore donner de renseignements précis sur l'effet perturbateur de Jupiter; d'ailleurs, la question est fort complexe à élucider ainsi, car il faut choisir une fonction pour représenter la distribution des astéroïdes dans l'anneau. L'auteur a déterminé diverses fonctions donnant approximativement cette distribution et il serait à désirer que, sans se laisser rebuter par des calculs pénibles, il pût obtenir une approximation plus complète.

» M. Jean Mascart revient ensuite à la statistique comparée de tous les éléments des orbites; il complète ses recherches antérieures, et, pour tenir compte du rôle prépondérant de Jupiter, il rapporte les orbites de 417 astéroïdes au plan de Jupiter, pour un même équinoxe. L'étude systématique des nouveaux éléments ainsi obtenus fournit des renseignements intéressants, notamment sur la position des nœuds et des périhélies. L'auteur discute les différences qui se présentent dans les nombres de coïncidences

---

([1]) Ces questions se rattachent aux recherches de Newcomb (1860, 1862, 1869), de Doberck (1879), de Glauser (1887, *Bulletin astronomique,* juillet 1887), de Svedstrup (1886, *Bull.,* août 1886).

selon l'élément adopté, afin de parvenir à une notion plus précise de l'action de Jupiter. Comme ces coïncidences se produisent de préférence en certaines régions de l'anneau, il y aurait encore lieu d'étudier la distribution même des coïncidences dans l'anneau.

» Ces longs calculs de changements d'orbites peuvent, en dehors de la statistique, trouver d'intéressantes applications; connaissant en particulier les inclinaisons par rapport au plan de Jupiter, l'auteur a appliqué dernièrement encore (*Comptes rendus*, séance du 10 avril 1899) le critérium de Tisserand aux astéroïdes. Il établit ainsi un lien entre les comètes et les planètes, puisque l'on peut passer de l'une de ces sortes d'astres à l'autre sans brusque transition. De même, par diminution régulière des excentricités et des inclinaisons, on pourra passer des comètes aux planètes. On peut encore retrouver pour les planètes, mais beaucoup moins nettement, les singularités observées dans le groupe des comètes pour la condensation des distances aphélies et de la différence des longitudes $\varpi - \Omega$.

» Cette courte analyse montre quel est l'intérêt des recherches que M. Jean Mascart a entreprises. Il est à souhaiter que, malgré la longueur des calculs, il puisse poursuivre ce travail qui doit éclaircir l'origine et la constitution primitive de l'anneau des astéroïdes. »

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel donne lecture de la Lettre suivante de M. le Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts, concernant le projet de revision de la mesure de l'arc du méridien de Quito :

« Paris, le 12 mai 1899.

« Messieurs les Secrétaires perpétuels,

» Dans la Conférence générale de l'Association géodésique internationale, tenue à Stuttgart au mois d'octobre 1898, le délégué des États-Unis d'Amérique, M. Preston, a soulevé de nouveau la question de la revision de la mesure d'un arc du méridien effectuée au Pérou en 1736-1739 par Bouguer, La Condamine et Godin, membres de l'Académie des Sciences. Les délégués n'ont pas manqué de rappeler que l'honneur de cette entreprise devait appartenir aux savants français comme un héritage de leurs devanciers, que notre pays n'a pas cessé de s'intéresser à cette importante

question et n'a jamais abandonné son intention de reprendre, à un moment donné, l'œuvre des géodésiens du siècle dernier.

» Sans se prononcer sur le Gouvernement auquel pourrait incomber le soin de l'opération, la Conférence a émis le vœu que la réfection de l'arc équatorial fût exécutée avec toute la précision et les moyens d'action scientifiques actuels et qu'il fût procédé le plus tôt possible à une reconnaissance générale de l'entreprise.

» Personne ne s'est mépris sur la portée de la proposition du délégué américain. Elle doit être interprétée à la fois comme une mise en demeure d'user des droits scientifiques que nous revendiquions, et comme une indication des dispositions d'une autre nation prête à prendre notre place si nous tardions à accomplir la tâche que nous nous sommes réservée.

» La Commission des délégués français, qui s'est occupée de cette affaire dans sa séance du 10 janvier dernier, a été unanimement d'avis qu'il y avait lieu de recommander à la sollicitude du Gouvernement l'entreprise d'une nouvelle mesure de l'arc du méridien de Quito. Une simple revision de cet arc ne répondrait pas toutefois aux desiderata de la Science; la Commission juge indispensable de donner à l'arc équatorial un développement atteignant autant que possible de 5° à 6° et qui permettrait de le comparer utilement à ceux qui ont été calculés dans l'ancien continent, tels que la nouvelle méridienne de France et l'arc polaire russo-suédois. Une telle opération ne pouvant d'ailleurs être abordée sans reconnaissance préalable, la Commission a suggéré l'envoi d'une première mission, qui serait confiée à deux géodésiens choisis dans les cadres du Service géographique de l'Armée et chargés de recueillir tous les renseignements nécessaires pour la préparation de la campagne définitive.

» J'ai approuvé, en ce qui concerne mon Département, toutes les propositions de la Commission géodésique française, et j'ai prié M. le Ministre des Affaires étrangères de faire pressentir le Gouvernement de la République de l'Équateur sur ses dispositions à l'égard du projet dont il s'agit, ainsi que sur l'accueil qui serait réservé à nos savants. M. Delcassé vient de me faire connaître, d'après un télégramme de M. le Chargé d'affaires de France à Quito, que le Gouvernement équatorien a donné à notre représentant l'assurance qu'il accordera à la mission française toutes les facilités désirables. M. Frandin ajoutait, avec sa connaissance du pays, que, pour disposer de cinq mois entiers favorables à l'exécution des travaux, il serait indispensable que nos savants arrivassent à Quito vers la fin de juin.

» En transmettant au Département de la Guerre les indications qui pré-

cèdent, j'ai donc demandé à mon Collègue de désigner le plus tôt possible deux officiers qui seront chargés des opérations géodésiques et qui devront se tenir prêts à partir vers le 25 du mois courant. Je l'avisai, en même temps, qu'une somme maximum de 20000fr, prélevée sur les crédits des Voyages scientifiques, serait mise à la disposition de ces officiers pour couvrir leurs dépenses de voyage et de séjour en Amérique.

» M. le Ministre de la Guerre m'a désigné pour constituer la mission de reconnaissance : M. Maurain, capitaine du génie, breveté, et M. Lacombe, capitaine d'artillerie, breveté, tous deux de la Section de Géodésie du Service géographique.

» En conséquence, j'ai, par arrêté de ce jour, chargé MM. Maurain et Lacombe d'une mission dans la République de l'Équateur à l'effet de procéder à la reconnaissance générale du terrain, ainsi qu'aux travaux préliminaires en vue d'une mesure nouvelle de l'arc du méridien de Quito, et de recueillir tous les renseignements nécessaires pour la préparation et l'organisation des opérations définitives. Par le même arrêté, une somme de 20 000fr leur est attribuée à titre d'indemnité.

» M. Maurain sera chef de la mission.

» MM. Maurain et Lacombe sont des officiers d'élite, géodésiens éprouvés, parfaitement préparés à l'œuvre qu'ils auront à exécuter. Ils s'embarqueront à Bordeaux le 26 de ce mois.

» Par ce même courrier, en avisant M. le Ministre des Affaires étrangères de ma décision, je le prie de recommander particulièrement MM. Maurain et Lacombe à notre représentant à Quito, pour qu'il les assiste dans l'organisation de leur mission et leur prête l'aide et l'appui qui leur seront nécessaires.

» Je suis heureux, Messieurs les Secrétaires perpétuels, de vous communiquer ces informations que je vous prie de porter à la connaissance de l'Académie des Sciences. Elles me paraissent de nature à intéresser tout particulièrement votre Compagnie : non seulement par la haute importance scientifique de l'œuvre dont le Gouvernement prépare la réalisation, mais encore parce qu'il s'agit ici de la continuation de celle qui, due à l'initiative de l'ancienne Académie des Sciences, fut accomplie au siècle dernier par vos prédécesseurs.

» Agréez, Messieurs les Secrétaires perpétuels, l'assurance de ma haute considération.

» *Le Ministre de l'Instruction publique*
et des Beaux-Arts,

» Georges Leygues. »

M. Berthelot fait hommage à l'Académie d'un Ouvrage en quatre Volumes qu'il vient de publier sous le titre : « Station de Chimie végétale de Meudon (1883-1899). *Chimie végétale et agricole* », et s'exprime comme il suit :

« Cet Ouvrage renferme l'ensemble des recherches expérimentales poursuivies dans le laboratoire de Meudon depuis seize années. J'ai pensé que le moment était venu de réunir dans une publication unique ces Mémoires disséminés, afin d'en montrer l'ensemble et les idées directrices.

» La Préface explique d'abord comment la suite de mes recherches sur la synthèse des composés organiques m'a conduit à étudier quelques-uns des problèmes relatifs à la Chimie biologique et spécialement à la Chimie végétale, étroitement liée avec la Chimie agricole. J'y raconte comment la station de Chimie végétale a été instituée et fondée en 1883 sur des terrains abandonnés, dépendant de l'ancien château ruiné en 1870. Les laboratoires et les champs de culture y sont décrits brièvement; puis je passe à l'exposition des expériences que j'y ai exécutées.

» Le Tome I a pour titre : « Fixation de l'azote libre sur la terre et sur les végétaux ». L'Académie n'a pas oublié sans doute les recherches approfondies que je lui ai présentées sur cette question : depuis 1876, époque où j'ai reconnu la fixation électrique de l'azote sur les principes immédiats des végétaux sous l'influence de l'électricité atmosphérique silencieuse, et depuis 1885, époque où j'ai découvert la fixation microbienne de l'azote par la terre végétale, sous l'influence des microrganismes contenus dans le sol.

» Ces travaux ont changé de fond en comble les idées reçues et enseignées par les savants les plus autorisés sur le rôle négatif de l'azote atmosphérique libre dans la végétation. Ils ont servi de point de départ à un grand nombre de travaux postérieurs que je n'ai pas à rappeler ici.

» Mais il m'a paru utile de réunir dans un même Volume l'ensemble de mes propres expériences, afin d'en montrer la suite et la coordination.

» Le Tome II est consacré à l'étude de la *marche générale de la végétation*, étude destinée à donner l'équation chimique pondérale d'une plante annuelle, comme composition relative et comme poids absolu de la plante totale et de ses différentes parties, à chaque instant et pour chaque période de son développement, depuis son ensemencement jusqu'à la reproduction de la semence et la mort de la plante. Ce sujet n'avait pas été jusqu'à présent traité d'une façon méthodique, malgré son importance.

» C'est un devoir agréable pour moi de rappeler ici que cette étude, ainsi que la majeure partie de celles du présent Ouvrage, ont été exécutées avec la collaboration dévouée de M. G. André, associé depuis vingt années à mes labeurs et à mes publications, avec un zèle et un dévouement qui ne se sont jamais ralentis.

» Le Tome II se termine par un examen des relations générales qui existent entre les énergies chimiques et les énergies lumineuses, qui interviennent dans tant de réactions de Chimie minérale et organique.

» Les recherches exposées dans le Tome III sont des *recherches spéciales sur la végétation,* c'est-à-dire sur la présence et la distribution dans les plantes de certains éléments, tels que le soufre, le phosphore, la silice ; sur l'existence, la répartition et la formation des azotates dans les végétaux ; sur l'acide oxalique et sur l'acide carbonique et leurs sels dans les végétaux ; sur l'émission de l'acide carbonique et l'absorption de l'oxygène par les feuilles, etc. Enfin ce Volume renferme diverses études relatives aux transformations purement chimiques des sucres.

» Il se termine par des recherches, dont les plus anciennes remontent à 1860, sur les principes oxydables doués de propriétés oxydantes, recherches qui ont pris, dans ces dernières années, une importance toute particulière dans la Chimie physiologique.

» Le Tome IV comprend deux parties distinctes : l'une générale, relative à la terre végétale; l'autre plus spéciale, relative au vin.

» Dans la première partie, j'étudie la *terre végétale,* au double point de vue de l'existence et de la constitution des principes organiques qui en forment la base, et de leurs relations avec l'ammoniaque atmosphérique, question connexe de la fixation de l'azote.

» J'y décris les méthodes pour le dosage des divers éléments volatils de la terre et des végétaux, tels que l'azote, le phosphore, le soufre, ainsi que pour le dosage de ses éléments minéraux, potassium et autres métaux alcalins et terreux. Ces méthodes ont concouru à modifier les procédés d'analyse agricole et les notions sur lesquelles étaient fondés les anciens dosages du potassium, du soufre et du phosphore, éléments dont l'importance est si grande pour le développement des végétaux, ainsi que pour les problèmes concernant la nature et la porportion des engrais qui excitent ce développement.

» Le Tome IV est terminé par l'exposé des études que j'ai faites depuis 1858 *sur les vins :* j'y traite de la formation des éthers que les vins renferment, de l'oxydation des vins, de leur bouquet, de leurs changements an-

nuels et séculaires, enfin du dosage de l'acide tartrique et de la crème de tartre qu'ils renferment.

» Tel est le contenu du présent Ouvrage, essentiellement constitué par des recherches personnelles et originales. J'espère que le lecteur voudra bien en reconnaître l'intérêt, au double point de vue de la Science pure, d'une part, c'est-à-dire des relations qui existent entre les phénomènes d'ordre chimique et les phénomènes d'ordre biologique, dans les végétaux ; et, d'autre part, au point de vue des applications de ces phénomènes à l'Agriculture et aux Industries qui en dérivent, pour le profit de la race humaine. »

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, trois Volumes publiés, en langue russe, par M. *Klinguen* sous le titre : « Les Patriarches d'Agriculture ».

Cet Ouvrage est la relation des voyages effectués par l'auteur et par diverses autres personnes qui lui étaient adjointes. La mission, envoyée par l'Administration des domaines russes, s'est rendue en Égypte, aux Indes, en Chine et au Japon, pour y faire des recherches sur les développements successifs de l'Agriculture, et aussi des études de Géographie botanique et zoologique, spécialement en vue des acclimatations réalisables dans la Russie méridionale, au Caucase, au Turkestan, etc. Les agronomes, en particulier, y pourront trouver de précieux renseignements.

M. **Joseph Bertrand** offre à l'Académie, au nom de Mme *Halphen*, les manuscrits laissés par notre illustre et regretté Confrère Edmond Halphen. Parmi ces écrits, qui formeraient un grand nombre de volumes, les plus importants sont publiés déjà et bien connus des géomètres; d'autres sont inédits, la plupart inachevés et loin encore d'être préparés pour la publicité, mais ils prendront place dans nos archives, à côté des manuscrits de Lagrange, d'Ampère et de Michel Chasles, auxquels le nom d'Halphen paraîtra digne d'être associé.

ASTRONOMIE. — *Nouveaux éléments de l'orbite de la planète* EL (Coggia, 31 mars 1899), *calculés par* MM. **Lubrano** et **Maitre.**

Époque : 1899 *mars* 31, *minuit moyen de Paris.*

Anomalie moyenne	207°.21'.48",1	
Distance du nœud ascendant au périhélie	159.00.39,3	
Longitude du nœud ascendant	196.10.18,2	
Inclinaison	10.35.39,6	équin. moyen de 1899,0
Angle d'excentricité	10.31.41,6	
Moyen mouvement	775,011	
Logarithme du demi grand axe	0,440466	

« Ces éléments ont été calculés par la méthode d'Oppolzer, au moyen des observations faites, à Marseille, les 31 mars (1re observ.), 10 avril, 20 avril et 30 avril.

» La comparaison des résultats du calcul avec ceux de l'observation fournit les écarts suivants :

	Observ. — Calcul.	
	$\Delta\lambda \cos\beta$.	$\Delta\beta$.
Avril 10	+0",2	+1",5
Avril 20	—0,3	—2,7

» L'étoile de comparaison, qui a servi pour les observations du 31 mars et du 1er avril, a été comparée elle-même plus récemment, par M. Coggia, à une étoile mieux connue, et celle qui est commune aux observations des 10, 11 et 12 avril, a été trouvée dans un Catalogue plus moderne que celui auquel on l'avait empruntée.

» Il en résulte, pour les observations de la planète déjà publiées, de petites corrections dont MM. Lubrano et Maitre ont tenu compte.

» Ces corrections et toutes les observations de la planète, postérieures au 15 avril, seront données en détail dans le *Bulletin astronomique*.

» Des éléments ci-dessus on a déduit l'éphéméride suivante, qui donne les lieux vrais de l'astre :

Dates. 1899. Minuit moyen Paris.	Æ.	P.	log r.	log Δ.	Temps d'aberration.
Mai 27	12h.30m.28s,3	91°.26'.48"	0,50185	0,40328	21m. 2s
29	12.30.28,0	91.23. 5			

Dates. 1899. Minuit moyen Paris.	Æ.	P.	log r.	log Δ.	Temps d'aberration.
31.......	$12^{h}.30^{m}.32^{s},4$	$91^{\circ}.19'.58''$	0,50135	0,41104	$21^{m}.25^{s}$
Juin 2.......	12.30.41,4	91.17.26			
4.......	12.30.55,1	91.15.29	0,50083	0,41895	21.49
6.......	12.31.13,4	91.14. 7			
8.......	12.31.36,2	91.13.19	0,50030	0,42695	22.13
10.......	12.32. 3,6	91.23. 4			
12.......	12.32.35,3	91.13.22	0,49976	0,43499	22.38
14.......	12.33.11,3	91.14.12			
16.......	12.33.51,6	91.15.34	0,49921	0,44302	23. 3
18.......	12.34.36,0	91.17.26			
20.......	12.35.24,4	91.19.47	0,49865	0,45100	23.29
22.......	12.36.16,8	91.22.37			
24.......	12.37.13,0	91.25.56	0,49808	0,45890	23,54
26.......	12.38.13,0	91.29.41			
28.......	12.39.16,6	91.33.53	0,49750	0,46670	24.20

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la représentation d'une branche uniforme de fonction analytique.* Note de M. G. **Mittag-Leffler**, présentée par M. Hermite.

« Soit a un point du plan de la variable complexe x; adjoignons à a une suite infinie de quantités

$$(1)\qquad F(a),\quad F^{(1)}(a),\quad F^{(2)}(a),\quad \ldots,\quad F^{(\mu)}(a),\quad \ldots$$

» Supposons, ce qui sera possible d'une infinité de manières, que ces quantités F soient choisies telles que la condition de Cauchy (*Cours d'Analyse de l'École Polytechnique,* Chap. IX, § 2, th. I) soit remplie, c'est-à-dire que la limite supérieure des valeurs limites des modules $\left|\sqrt[\mu]{\frac{1}{\mu!}F^{(\mu)}(a)}\right|$ soit un nombre fini, par exemple $\frac{1}{r}$. Dans ce cas, la série

$$P(x\,|\,a)=\sum_{\mu=0}^{\infty}\frac{1}{\underline{|\mu}}F^{(\mu)}(a)\,(x-a)^{\mu}$$

représente, à l'intérieur d'un cercle C qui a le centre a et le rayon r, une branche holomorphe, que nous désignerons par FC(x), d'une fonction analytique, soit F(x). La théorie de Weierstrass permet de prolonger

analytiquement la branche $FC(x)$ en dehors de C, et de définir la fonction $F(x)$, uniforme ou non dans tout un domaine d'existence. Le problème que nous nous posons consiste à *former, à l'aide des éléments* (1), *un développement qui représente la branche uniforme* $FC(x)$ *prolongée en dehors de* C, *dans le domaine le plus étendu possible.*

» Il importe, avant tout, de préciser la branche de $F(x)$ qu'on étudie en dehors de C. Pour y arriver, nous faisons tourner une fois autour de a une demi-droite d, nous fixons sur chaque demi-droite un point a_d (a_d pourra être à l'infini) dont la distance à a sera plus grande qu'une quantité positive donnée, la même pour tous les d, et nous excluons de d la partie de la demi-droite qui s'étend de a_d à l'infini. Nous donnerons le nom d'*étoile* au domaine qui reste après qu'on a exécuté dans le plan des x toutes ces coupures. Les points a_d seront appelés les *sommets* de l'étoile et nous dirons qu'une étoile est *inscrite* dans une autre qui lui est *circonscrite* si tous les points de la première étoile appartiennent à la seconde et si les deux étoiles ont des sommets communs. On voit que l'étoile est un continuum formé d'une seule pièce et à connexion simple.

» Soit maintenant K une étoile circonscrite à C et telle que la branche fonctionnelle $FC(x)$ soit prolongeable analytiquement, d'une façon régulière, le long de toute demi-droite issue de a et intérieure à K. La branche uniforme de fonction définie sans ambiguïté dans K par le prolongement analytique de $FC(x)$ sera désignée par $FK(x)$. L'étoile K recevra sa plus grande extension possible si l'on choisit pour a_d le premier point de d au delà duquel le prolongement est impossible régulièrement. Nous désignerons cette étoile par la lettre A (première lettre du mot grec αστηρ). L'étoile A et la branche fonctionnelle $FA(x)$, ainsi que la fonction $F(x)$ dans sa totalité, étant définies d'une manière univoque quand les éléments (1) sont une fois fixés, nous dirons que A *est l'étoile, que* $FA(x)$ *est la branche fonctionnelle uniforme et régulière et que* $F(x)$ *est la fonction qui appartient aux éléments* (1). Ces définitions admises, le problème que nous avons posé est résolu par les trois théorèmes suivants :

» Théorème I. — *Désignons par* A *l'étoile et par* $FA(x)$ *la branche fonctionnelle appartenant aux éléments* $F(a)$, $F^{(1)}(a)$, $F^{(2)}(a)$, ..., *et soit* X *un domaine fini quelconque à l'intérieur de* A *et* σ *une quantité positive aussi petite que l'on voudra. Il est toujours possible de trouver un nombre entier* $\bar{n}$ *tel, que la différence entre* $FA(x)$ *et le polynome*

$$g_n(x) = \sum_{(\nu)} c_\nu^{(n)} F^{(\nu)}(a)(x-a)^\nu,$$

soit, dès que n surpasse $\overline{n}$, *inférieure à* σ *en valeur absolue, pour toutes les valeurs de* x *appartenant au domaine* X.

» *Les coefficients* $c_\nu^{(n)}$ *peuvent être choisis une fois pour toutes et sont absolument indépendants de* a, *de* $F(a)$, $F^{(1)}(a)$, $F^{(2)}(a)$, ... et de x.

» On peut choisir les coefficients $c_\nu^{(n)}$ d'un nombre indéfini de manières différentes qui répondent toutes à des conditions spéciales. Une forme très simple, au point de vue formel, du polynome $g_n(x)$ est la suivante :

$$g_n(x) = \sum_{\lambda_1=0}^{n^2} \sum_{\lambda_2=0}^{n^4} \cdots \sum_{\lambda_n=0}^{n^{2n}} \frac{1}{\lambda_1!\lambda_2!\dots\lambda_n!} F^{(\lambda_1+\lambda_2+\dots+\lambda_n)}(a)\left(\frac{x-a}{n}\right)^{\lambda_1+\lambda_2+\dots+\lambda_n}.$$

» Théorème II. — *Désignons par* A *l'étoile et par* FA(x) *la branche fonctionnelle appartenant aux éléments* $F(a)$, $F^{(1)}(a)$, $F^{(2)}(a)$, ...

» *Cette branche* FA(x) *pourra toujours être représentée par une série*

$$\sum_{\mu=0}^{\infty} G_\mu(x),$$

où les $G_\mu(x)$ *sont des polynomes de la forme*

$$G_\mu(x) = \sum_{(\nu)} K_\nu^{(\mu)} F^{(\nu)}(a)(x-a)^\nu,$$

chaque coefficient $K_\nu^{(\mu)}$ *étant un nombre déterminé qui peut être choisi rationnel et qui ne dépend que de* ν *et de* μ.

» *La série* $\sum_{\mu=0}^{\infty} G_\mu(x)$ *est convergente pour chaque valeur de* x *à l'intérieur de* A *et elle est uniformément convergente pour chaque domaine à l'intérieur de* A. *On aura partout à l'intérieur de* A

$$\sum_{\mu=0}^{\infty} G_\mu(x) = \lim_{n=\infty} g_n(x),$$

où $g_n(x)$ *désigne le même polynome que dans le théorème I.*

» Théorème III. — *Désignons par* A *une étoile de centre* a *et par* $A^{(\delta)}$ *une étoile conjointe concentrique à* A *et inscrite dans* A *qui soit définie par rapport à* A *d'une manière convenable. Cette étoile* $A^{(\delta)}$ *doit être telle qu'elle devienne un cercle pour* $\delta = 1$ *et qu'elle renferme dans son intérieur tout domaine situé à l'intérieur de* A, *dès que la quantité* δ *est suffisamment petite.*

» *Supposons que* A *soit l'étoile appartenant aux éléments* $F(a)$, $F^{(1)}(a)$,

$F^{(2)}(a), \ldots,$ *et écrivons la série*

$$P_\delta(x|a) = F(a) + \sum_{\lambda=1}^{\infty} [h_1^{(\lambda)}(\delta) F^{(1)}(a)(x-a) + h_2^{(\lambda)}(\delta) F^{(2)}(a)(x-a)^2 + \ldots + h_\lambda^{(\lambda)}(\delta) F^{(\lambda)}(a)(x-a)^\lambda].$$

» *On peut fixer les coefficients*

$$h_\mu^{(\lambda)}(\delta) \qquad \begin{matrix}(\mu = 1, 2, \ldots, \lambda) \\ (\lambda = 1, 2, \ldots, \infty)\end{matrix},$$

a priori *et indépendamment de* a, *de* $F(a)$, $F^{(1)}(a)$, $F^{(2)}(a)$, ..., *et de* x, *de sorte que la série possède les propriétés suivantes : elle est convergente pour chaque point à l'intérieur de* $A^{(\delta)}$ *et elle est uniformément convergente pour chaque domaine intérieur à* $A^{(\delta)}$. *Si la convergence a lieu pour un point donné, ce point appartient nécessairement à l'intérieur de* $A^{(\delta)}$ *ou est un sommet de* $A^{(\delta)}$. *Pour* $\delta = 1$ *la série devient la série de Taylor.*

» *L'égalité*

$$FA(x) = P_\delta(x|a)$$

a lieu partout à l'intérieur de $A^{(\delta)}$.

» La définition de $A^{(\delta)}$ par rapport à A peut se faire d'une infinité de manières différentes dont chacune répond à des conditions spéciales (¹). On peut étendre les trois théorèmes énoncés à un nombre quelconque de variables indépendantes.

» On voit que le problème que j'ai résolu est essentiellement distinct du problème de la représentation des fonctions uniformes dont je me suis occupé jadis et dont se sont aussi occupés M. Runge et M. Painlevé à un point de vue tout autre que le mien. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le calcul des formules contenant des fonctions arbitraires.* Note de M. **Jules Beudon**, présentée par M. Picard.

« On rencontre souvent, comme résultat de l'intégration d'équations aux dérivées partielles, des quadratures dont l'élément différentiel contient une fonction arbitraire et ses dérivées. On n'a pas donné, à ma connaissance,

---

(¹) La théorie des séries sommables de M. Borel fournit une représentation de la branche $FA(x)$ dans une étoile K circonscrite à C et inscrite dans A, mais cette étoile ne peut pas, comme $A^{(\delta)}$, être approchée de A autant qu'on le veut.

de méthodes générales permettant de supprimer les signes de quadrature.

» Il est d'ailleurs évident que, dans cet ordre d'idées, toutes les recherches doivent tendre à substituer à des opérations effectuées sur des formules contenant des arbitraires, des opérations effectuées sur des formules n'en contenant pas.

» Je demande la permission d'indiquer un exemple assez étendu auquel on peut appliquer un procédé régulier.

» Soient les formules

$$X = \int f_1(u, u_1)\, du + f_2(u, u_1)\, du_1,$$

$$Y = \int F_1(u, u_1, X)\, du + F_2(u, u_1, X)\, du_1,$$

où u et u_1 sont des fonctions arbitraires d'une même variable.

» J'effectue un changement de variables défini par l'identité

$$f_1(u, u_1)\, du + f_2(u, u_1)\, du_1 = \rho(x, k)\, dx;$$

les formules précédentes deviennent

$$X = \int \rho(x, k)\, dx,$$

$$Y = \int \mathcal{F}_1(x, k, X)\, dx + \mathcal{F}_2(x, k, X)\, dk.$$

» Je prends maintenant x pour variable indépendante, et je pose

$$\rho(x, k) = \frac{dy}{dx} = y',$$

d'où

$$k = R(x, y') \qquad X = y,$$

et

$$Y = \int [M(x, y, y')y'' - N(x, y, y')]\, dx.$$

» J'écris alors

$$(1) \qquad M(x, y, y')y'' - N(x, y, y') = \frac{\partial\alpha}{\partial x} + \frac{\partial\alpha}{\partial y}y' + \frac{\partial\alpha}{\partial y'}y'' + z',$$

en introduisant ainsi une nouvelle fonction z de x.

» J'ai à intégrer une équation du second ordre à deux fonctions inconnues.

» De telles équations se présentent dans l'étude des systèmes d'équations aux dérivées partielles du second ordre en involution, quand on

cherche à généraliser la notion de courbes intégrales [voir ma *Thèse de Doctorat* (*Annales de l'École Normale*, 1896, *Supplément*, p. 33) et un travail de M. Goursat : *Recherches sur les systèmes en involution d'équations aux dérivées partielles du second ordre* (*Journal de l'École Polytechnique*, 2e série, IIIe Cahier, p. 125)].

» Mais les équations que l'on obtient ainsi ont une forme particulière, qui n'appartient pas à l'équation (1) si la fonction $\alpha(x, y, y')$ est quelconque. Toutefois, à toute quadrature telle que y correspondent une infinité de systèmes en involution qu'on obtient comme il suit :

» Soit

$$(2) \qquad \begin{cases} r + \lambda s + \mu = 0, \\ s + \lambda t + \nu = 0, \end{cases}$$

λ, μ, ν étant des fonctions de x, y, q, un de ces systèmes. On posera

$$y' = \lambda, \qquad q = F(x, y, y') = M(x, y, y') - \frac{\partial\alpha}{\partial y'},$$

$$\mu = N - y'\frac{\partial N}{\partial y'} - y'\frac{\partial M}{\partial x} - y'^2\frac{\partial M}{\partial y} + \frac{\partial\alpha}{\partial x},$$

$$\nu = \frac{\partial M}{\partial x} + y'\frac{\partial M}{\partial y} + \frac{\partial N}{\partial y'} + \frac{\partial\alpha}{\partial y},$$

et l'on formera l'équation

$$y'\left(\frac{\partial\mu}{\partial y} - \frac{\partial\nu}{\partial x}\right)\frac{\partial F}{\partial y'} - y'\frac{\partial\mu}{\partial y'}\frac{\partial F}{\partial y} - \left(\nu - y'\frac{\partial\nu}{\partial y'}\right)\frac{\partial F}{\partial x} - \nu\frac{\partial\mu}{\partial y'} = 0,$$

qui, après substitution, deviendra une équation aux dérivées partielles du second ordre définissant $\alpha(x, y, y')$. A toute solution de cette équation correspond un système en involution (2) dont les courbes intégrales vérifient l'équation (1). La connaissance d'une intégrale complète de ce système ramène la recherche des courbes intégrales à l'intégration d'une équation de Monge, de la forme

$$\Phi(a, b, c, da, db, dc) = 0,$$

c'est-à-dire à l'intégration d'une équation aux dérivées partielles du premier ordre.

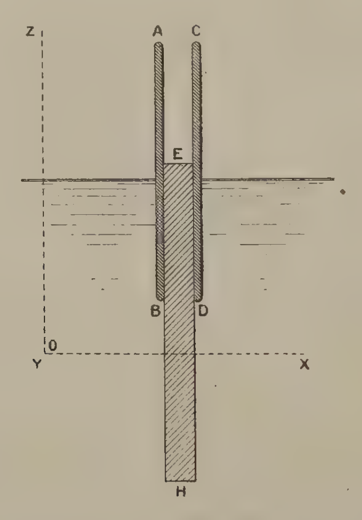
» Ces différentes opérations effectuées, on obtient u, u_1, X, Y en fonction d'un paramètre t, d'une fonction arbitraire $\varphi(t)$, et de ses dérivées $\varphi'(t)$, $\varphi''(t)$ et $\varphi'''(t)$ au plus.

» Je me réserve de donner, dans un Mémoire plus étendu, quelques applications de cette méthode. »

ÉLECTRICITÉ. — *Défaut de généralité de la théorie de la polarisation fictive des diélectriques*. Note de M. **H. Pellat**, présentée par M. Lippmann.

« Je vais montrer, par un exemple très net, que la théorie de la polarisation fictive ou *instantanée* est impuissante à expliquer les forces qui se produisent sur un diélectrique primitivement non électrisé, placé dans un champ électrique.

» Considérons un condensateur formé de deux armatures planes disposées parallèlement et verticalement, AB et CD, à contour rectangulaire, la dimension perpendiculaire au plan de la figure ayant une longueur l



infinie par rapport aux autres dimensions. Entre les armatures de ce condensateur est placée une lame rectangulaire d'un diélectrique solide EH non électrisé, ayant même largeur l que les armatures, une épaisseur égale à la distance e de celles-ci, s'élevant environ à mi-hauteur des armatures et les dépassant inférieurement d'une quantité suffisante pour que le champ électrique, qui se produit quand les armatures sont chargées, soit nul sur la base H de la lame. Enfin baignons toute la partie inférieure de ce système dans une cuve contenant un liquide de même pouvoir inducteur spécifique K que la lame EH, l'air existant au-dessus de E entre les armatures.

» Si l'on vient à établir une différence de potentiel V entre celles-ci, la relation

$$(1) \qquad F = \frac{1}{2} V^2 \frac{dC}{dz},$$

dans laquelle C est la capacité du condensateur et z l'ordonnée de la base supérieure E de la lame (en prenant trois axes de coordonnées rectangulaires : OX perpendiculaire à la direction des armatures et OZ vertical), montre qu'il existe une force verticale tirant la lame EH de bas en haut et donnée par (1), ou, en mettant à la place de $\frac{dC}{dz}$ sa valeur $\frac{l(K-1)}{4\pi e}$, par

$$(2) \qquad F = \frac{V^2 l (K-1)}{8\pi e}.$$

» Non seulement la relation (1), établie en s'appuyant sur les principes de la Thermodynamique [1], n'est guère douteuse, mais en outre j'ai montré par expérience l'existence de ces forces agissant sur les diélectriques non électrisés placés dans un champ électrique et vérifié quantitativement l'exactitude de la relation (1) dans des conditions presque identiques à celles supposées ci-dessus [2]. Aucun doute ne peut donc exister sur l'exactitude de la relation (2).

» Or, la théorie de la polarisation est impuissante à expliquer cette force verticale agissant sur la lame. Remarquons, en effet, qu'entre les armatures, si ce n'est tout près de leurs bords, les surfaces équipotentielles sont des plans parallèles aux armatures, *même près de la surface de séparation* E *du diélectrique et de l'air*. Pour le voir, il n'y a qu'à remarquer que l'équation $V = ax + b$ représente le potentiel partout entre les armatures, car elle satisfait aux conditions nécessaires et suffisantes pour cela : sa

---

(1) Voir H. Pellat, *Électrostatique non fondée sur les lois de Coulomb* (*Ann. de Ch. et de Phys.*, 7e série, t. IV, § 41; 1895).

Comme j'ai montré depuis (*Comptes rendus*, t. CXXV, p. 699; 1897) que $\frac{1}{2}\Sigma MV$ ne représente pas l'énergie d'un système électrisé, mais bien le travail des forces extérieures pendant la charge *réversible* du système, il est plus correct pour établir la relation (1) de s'appuyer sur ce que *le travail des forces extérieures dans une transformation réversible isotherme ne dépend que de l'état initial et de l'état final.*

(2) *Mesures de la force agissant sur un diélectrique non électrisé placé dans un champ électrique* (*Comptes rendus*, t. CXXI, p. 938; 1895).

laplacienne ΔV est nulle et, à la surface de séparation de la lame et de l'air, on a bien

$$K_1\left(\frac{\partial V}{\partial n}\right)_1 = K_2\left(\frac{\partial V}{\partial n}\right)_2 \quad \text{et} \quad \left(\frac{\partial V}{\partial s}\right)_1 = \left(\frac{\partial V}{\partial s}\right)_2,$$

en représentant par $\left(\frac{\partial V}{\partial n}\right)_1$ et $\left(\frac{\partial V}{\partial n}\right)_2$ la dérivée de V par rapport à la normale à la surface de séparation pour chacun des deux milieux (ces dérivées sont nulles ici) et par $\left(\frac{\partial V}{\partial s}\right)_1$, $\left(\frac{\partial V}{\partial s}\right)_2$ la dérivée de V par rapport à une même direction s tangente à la surface de séparation.

» Dès lors, les lignes de forces étant des droites horizontales, partout entre les armatures, le champ est horizontal et il ne peut donner naissance à une force verticale en agissant sur une couche de polarisation.

» D'autre part, puisque le liquide a même pouvoir inducteur spécifique que la lame, la couche électrique de polarisation est nulle tout le long des faces BH et DH, et aucune force électrique, explicable par la polarisation, ne peut se produire en cet endroit. Enfin, l'excès de pression hydrostatique du liquide qu'on pourrait déduire de la polarisation de celui-ci ne peut produire aucune force verticale, puisque, aux endroits où le champ n'est pas nul, les faces de la lame diélectrique baignées par le liquide sont verticales.

» La théorie de la polarisation instantanée ne peut donc expliquer les phénomènes de cette nature; elle est du reste inutile pour l'explication des autres phénomènes électrostatiques, comme je l'ai montré dans mon Mémoire sur l'*Électrostatique non fondée sur les lois de Coulomb;* elle doit donc être définitivement abandonnée.

» Si j'insiste sur ce point, c'est pour éviter une confusion. Je compte, en effet, présenter prochainement une Note décrivant une expérience directe qui montre l'existence d'une polarisation réelle des diélectriques placés dans un champ électrique, mais non instantanée et persistant quelque temps après la disparition du champ. Cette polarisation réelle explique un grand nombre de phénomènes (charge résiduelle, conductibilité apparente des diélectriques, variation du pouvoir inducteur spécifique, etc.). »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'alimentation des tubes de M. Michelson par diverses sources électriques.* Note de MM. **A. Perot** et **Ch. Fabry**, présentée par M. A. Cornu.

« Tous les spectroscopistes savent que le spectre d'un métal fourni par l'étincelle électrique varie avec les conditions de la décharge. Le même fait se produit dans la décharge à travers les gaz raréfiés et, en particulier, à travers les vapeurs métalliques contenues dans un tube de M. Michelson; c'est ainsi que l'addition d'un condensateur en dérivation sur le tube actionné par une bobine d'induction fait apparaître un certain nombre de raies nouvelles. Nous nous sommes demandé si le mode d'excitation n'aurait pas aussi une influence sur celles des raies qui subsistent dans tous les cas. Les points à examiner étaient les suivants : quelle est l'influence du mode d'alimentation du tube sur la longueur d'onde et la finesse des raies, sur la constitution de celles qui sont composées de plusieurs radiations et, en particulier, sur l'éclat relatif des diverses composantes. Cette étude a été faite en employant notre méthode de spectroscopie interférentielle.

» Nous n'avons jamais observé de véritable variation de longueur d'onde, tant sur la composante principale que sur les secondaires. Par contre, dans les raies complexes, comme la raie verte du mercure, nous avons constaté des variations sensibles dans les intensités relatives des diverses composantes; ce résultat peut avoir une certaine importance, car la longueur d'onde d'une radiation multiple, observée au moyen d'un appareil qui n'en sépare pas les diverses composantes, est une longueur d'onde moyenne qui n'est constante qu'autant que la position et l'éclat relatif des composantes sont fixes.

» Enfin, la finesse des raies est sujette à de grandes variations avec le procédé d'alimentation électrique du tube. Cette étude nous a conduits à des progrès sensibles au point de vue de la finesse des raies et, par suite, de la production des interférences à grandes différences de marche.

» *Bobine avec condensateur en dérivation sur le secondaire.* — Nous avons déjà indiqué les résultats que l'on obtient en illuminant le tube par la décharge d'une bobine de Ruhmkorff [1]; c'est le procédé employé par M. Michelson.

---

[1] Nous nous servions d'un interrupteur rapide à mercure de M. Ducrétet. L'inter-

» Si l'on place en dérivation sur le tube un condensateur, avec une distance explosive de quelques millimètres sur l'un des fils de communication, on substitue la décharge du condensateur à celle de la bobine. On fait ainsi apparaître une série de raies nouvelles; un tube à cadmium donne toutes les raies de la *lampe à cadmium* de M. Hamy [1]. Celles des raies qui existaient déjà sont fortement élargies, et leur lumière ne peut plus servir à produire d'interférences à grandes différences de marche. Enfin, dans le cas de raies multiples l'éclat relatif des composantes secondaires est accru, ce qui peut produire une altération de la longueur d'onde moyenne.

» On obtient aussi des raies élargies par les décharges à haute fréquence (dispositif de M. d'Arsonval). Une machine de Holtz ne donne qu'une lumière très faible lorsqu'on l'emploie sans condensateur; avec condensateur, elle donne le même résultat que la bobine.

» Il semble résulter de ce qui précède que, pour obtenir des raies fines et de longueurs d'onde bien déterminées, il faut éviter toute discontinuité dans la décharge. La bobine de Ruhmkorff, même sans condensateur sur le secondaire, est évidemment loin de satisfaire à cette condition. Ces considérations nous ont conduits à essayer d'autres modes d'alimentation.

» *Courant alternatif*. — On obtient déjà de meilleurs résultats par l'emploi d'un courant alternatif sinusoïdal, de tension suffisamment élevée. Les raies obtenues sont plus fines que dans le cas de décharges de bobines. En outre, la lumière est très fixe, les tubes durent en général plus longtemps, et l'on est débarrassé de l'interrupteur, toujours sujet à mal fonctionner.

» Le courant nécessaire n'est que de quelques millièmes d'ampère, mais il faut une tension d'environ un millier de volts; l'emploi d'un transformateur s'impose. Une bobine d'induction dont on supprime le trembleur et le condensateur peut servir à cet usage, mais son rendement comme transformateur est très mauvais, et il y a avantage à la remplacer par un transformateur de modèle industriel, avec circuit magnétique fermé.

» Ce procédé d'alimentation sera particulièrement commode dans les laboratoires qui disposent d'une distribution de courant alternatif; le transformateur peut être réduit à un très petit volume, la dépense d'énergie est insignifiante, et le fonctionnement absolument régulier.

» *Courant continu*. — Les meilleurs résultats au point de vue de la finesse des raies et de la faiblesse des composantes secondaires nous ont été donnés par la lumière obtenue en reliant les deux électrodes du tube à une source de courant continu présentant une différence de potentiel de 700 à 800 volts au moins. Nous employons une batterie de 500 petits accumulateurs, de 0,4 ampère-heure de capacité, qui peuvent

---

rupteur électrolytique de M. Wehnelt ne nous a pas paru d'un emploi commode, à cause de la difficulté qu'on éprouve à graduer la décharge; dès que le courant primaire est assez intense pour que l'interrupteur fonctionne, la décharge est assez intense pour fondre les électrodes.

(1) *Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 749. Les tubes de M. Hamy fonctionnent justement avec un condensateur en dérivation.

maintenir la décharge pendant très longtemps, puisque le courant nécessaire à l'illumination est d'au plus 3 à 4 milliampères. Les éléments sont chargés par groupes de 100 par une petite dynamo.

» L'allumage du tube nécessite souvent une différence de potentiel plus élevée que celle qu'il faut pour l'alimentation; aussi avons-nous intercalé d'une manière permanente dans le circuit l'appareil d'induction connu sous le nom de *coup de poing* de Bréguet, de telle sorte qu'en le faisant fonctionner la force électromotrice produite s'ajoute à celle de la batterie. Les quelques milliers d'ohms des bobines de l'appareil, traversées par un courant de 3 à 4 milliampères, ne font perdre qu'un nombre de volts insignifiant. Pour régler le courant, on intercale en outre une résistance réglable constituée par un tube de verre plein d'eau.

» La lumière obtenue est parfaitement fixe, facile à régler; les raies sont extrêmement fines. Les quatre raies du cadmium nous ont permis de produire des interférences visibles respectivement jusqu'aux différences de marche suivantes :

Raie rouge	28 = 435000	longueurs d'onde
Raie verte....	24 = 472000	»
Raie bleue	20 = 417000	»
Raie violette............	16 = 342000	»

» Il est à remarquer que, étant donnés la faiblesse de la raie violette et l'éclat de la verte, on peut presque considérer comme identiques les nombres de longueurs d'onde indiqués ci-dessus. Nous nous proposons de revenir sur l'interprétation de ces résultats.

» Avec la raie verte du mercure, nous avons encore observé des interférences pour une différence de marche de 43^{cm}, soit 790000 longueurs d'onde.

» L'extrême finesse des raies que donne le courant continu facilite toutes les observations d'interférences à grandes différences de marche; c'est ainsi que les coïncidences des franges fournies par les raies verte et rouge du cadmium sont encore observables avec des différences de marche de 18^{cm}, ce qui permet de mesurer sans aucun intermédiaire des épaisseurs de 9^{cm}.

» En résumé, l'emploi du courant continu pour l'obtention de phénomènes d'interférences à très grandes différences de marche est recommandable aux points de vue de la finesse des raies et de l'éclat relativement faible des composantes. La simplicité sans doute beaucoup plus grande du phénomène de décharge, et l'absence de troubles violents dans celle-ci sont sans doute liées à ces propriétés. Aussi considérons-nous ce mode d'alimentation comme le meilleur toutes les fois que la longueur d'onde devra s'introduire comme étalon de longueur. »

ÉLECTRICITÉ. — *A propos de la gaine lumineuse électrolytique.* Note de M. E. **Lagrange**, présentée par M. Lippmann.

« En 1891 et 1892, dans un Mémoire inséré dans les *Bulletins* de l'Académie des Sciences de Belgique (¹), étudiant, après de nombreux physiciens, le phénomène curieux signalé pour la première fois par Foucault et Fizeau en 1844, nous avons signalé, M. Hoho et moi, les phases différentes qui caractérisent, en fonction de la différence de potentiel utilisée, le phénomène qui a lieu à l'électrode de petite surface; ces mêmes phases ont été retrouvées aussi par M. P. Bary (²). La période *instable,* signalée par nous, était d'ailleurs caractérisée par les intermittences du courant, et nous l'avons étudiée spécialement dans le cas d'une électrode négative, tout en signalant qu'en renversant les conditions initiales l'électrode positive donnait lieu à la même catégorie de phénomènes. Nous y disions aussi que la période *stable,* à l'étude de laquelle notre attention s'était spécialement attachée, était moins facile à obtenir à l'électrode positive qu'à la négative.

» A la suite de l'application intéressante que M. le professeur Wehnelt a récemment faite de la période instable sur un circuit à self-induction, mon attention a été ramenée sur cette question. J'ai cherché à obtenir avec une électrode négative une période instable aussi durable que celle que l'on obtient aisément à l'électrode positive en platine. Il y avait un certain intérêt à rechercher ce résultat, car l'emploi d'une électrode positive formée d'un métal quelconque est peu pratique, à cause de sa destruction rapide; comme électrode négative au contraire, dans le cas où l'on utilise comme électrolyte l'acide sulfurique dilué, on peut employer un métal commun comme le fer ou le cuivre; l'hydrogène, qui s'y dégage et qui constitue en partie la gaine entourant l'électrode, ne l'attaque pas sensiblement et elle peut se conserver presque indéfiniment.

» Comme nous l'avions remarqué dans notre travail de 1891-92 (³),

(¹) *Bull. Acad. Roy. Belgique,* t. XXII, 1891, et t. XXIII, 1892.

(²) *Comptes rendus,* t. CXXVIII, p. 925-927.

(³) M. Armagnat y appelle aussi l'attention dans la Note de M. Carpentier (*Comptes rendus,* t. CXXVIII, p. 187).

l'élévation de température de la solution diminue la différence de potentiel nécessaire au maintien de la gaine et, conséquemment, amène rapidement l'état stable avec courant continu. Pour donner donc de la *stabilité à l'état instable* si court dans le cas d'une électrode négative, j'ai formé cette électrode d'une ou plusieurs petites tiges de cuivre rivées à l'arête inférieure d'une large plaque de même métal placée verticalement en dehors du liquide et présentant donc une grande surface refroidissante ; dans ces conditions, on obtient les mêmes effets qu'avec l'électrode positive. Ces résultats ont été obtenus sur un circuit *sans self-induction* sensible, en utilisant comme source électrique une batterie d'accumulateurs. J'ai aussi, pour pouvoir faire usage de courants intenses, remplacé la lame de cuivre par un vase allongé de même métal contenant de l'eau sans cesse renouvelée. Dans ces conditions, j'ai pu, sur un circuit *avec ou sans self-induction,* interrompre périodiquement des courants de 40 à 100 ampères ; j'ai pu aussi les lancer dans un transformateur de 20000 volts et obtenir des décharges induites affectant la forme de celles que donne l'interrupteur du professeur Wehnelt. »

PHYSIQUE. — *Sur la substitution de l'action magnétique à l'action mécanique du trembleur, pour rompre directement les chaînes de la limaille dans les cohéreurs.* Note de M. **Th. Tommasina** ([1]), présentée par M. A. Cornu.

« Je viens d'obtenir des résultats qui me paraissent réaliser, au point de vue de la régularité du fonctionnement, une amélioration importante aux appareils récepteurs de la télégraphie sans fil.

» Les tubes très sensibles de M. Marconi contiennent de la limaille de nickel, avec des traces de limaille d'argent; on obtient aussi d'excellents radio-conducteurs avec des limailles de cobalt, de fer et d'acier. J'ai voulu voir si, dans ces différents cas, on pouvait rompre la chaîne des adhérences entre les grains, en approchant un aimant du cohéreur.

» J'ai observé que, toutes les fois qu'un pôle d'aimant était approché au-dessus du cohéreur, à une certaine distance, la limaille étant attirée en bloc ou en partie, la conductibilité disparaissait immédiatement. L'adhérence conductrice ne se reproduisait que si l'on éloignait l'aimant, et sous l'action d'une nouvelle onde électrique.

([1]) Genève, laboratoire de Physique de l'Université.

» Il était naturel de chercher à utiliser cette observation pour rendre automatiquement aux cohéreurs leur sensibilité, *sans le secours du trembleur*. J'ai obtenu ce résultat en fixant un électro-aimant de façon que l'un des pôles fût à quelques millimètres au-dessus de la limaille, placée entre deux électrodes dans le cohéreur maintenu horizontal. Le circuit était formé par un accumulateur, une résistance et le relais, lequel agissait pour ouvrir et fermer le circuit de l'électro-aimant avec deux accumulateurs et un récepteur téléphonique, en dérivation convenablement shuntée.

» Une fois le réglage effectué, la réception des signaux a été parfaite, avec des tubes contenant des limailles d'acier, de fer, de cobalt et de nickel. Le mouvement de la limaille, très visible à l'œil nu, est d'une précision remarquable et ressemble à une pulsation. J'ai également constaté que les trépidations du sol, et même les secousses et les chocs donnés au cohéreur, ne dérangent nullement le fonctionnement de l'appareil.

» Cette modification répond aux desiderata justement indiqués par M. Edouard Branly dans sa Note à l'Académie du 1er mai, en traitant des effets très variables du choc. »

OPTIQUE. — *Transmission de la lumière par les milieux troubles.* Note de M. P. Compan [1], présentée par M. Mascart.

« Si une radiation λ d'intensité I_0 traverse un milieu trouble d'épaisseur z, son intensité I à la sortie est donnée par la formule

$$I = I_0 e^{-kz}.$$

» D'après la théorie de Clausius [2], on doit avoir $k = \frac{m}{\lambda^2}$, et, d'après celle de Stokes [3], $k = \frac{m}{\lambda^4}$, m étant une constante.

» Lord Rayleigh [4], appliquant cette dernière formule pour la lumière bleue du ciel, a trouvé qu'elle était sensiblement vérifiée. M. Hurion [5],

[1] Travail fait à l'Institut de Physique de l'Université de Montpellier (laboratoire de M. Crova).

[2] Clausius, *Pogg. Ann.*, t. LXII, p. 294, 1847; t. LXXVI, p. 161, 1849; t. LXXVIII, p. 543, 1853.

[3] Stokes, *Trans. of the Camb. Phil. Soc.*, t. IX, p. 1; 1851.

[4] Lord Rayleigh, *Phil. Mag.*, 4e série, t. XLI, p. 107; 1871.

[5] Hurion, *Comptes rendus*, t. CXII, p. 1431; 1891.

en interposant sur le trajet d'un faisceau lumineux une cuve contenant de l'eau troublée par du chlorure d'argent ou de l'essence de citron, a trouvé que la formule de Stokes était vérifiée dès le début, mais qu'après un certain temps il n'en était plus ainsi, et a admis qu'une diffusion générale s'ajoutait au phénomène; il pose $k = \frac{a}{\lambda^4} + b$, a et b variant d'ailleurs avec le temps. M. Crova ([1]), dans ses études sur la lumière bleue diffusée par le ciel, a trouvé que k ne pouvait être représenté par une puissance fixe de λ, puissance variable avec l'état du ciel. Enfin MM. Angström ([2]) et Stark ([3]), en étudiant l'absorption des rayons calorifiques et lumineux, ont trouvé qu'aucune des valeurs $\frac{m}{\lambda^2}$ ou $\frac{m}{\lambda^4}$ n'était applicable.

» J'ai d'abord étudié la transmission de la lumière par le noir de fumée : pour cela, j'ai employé le spectrophotomètre de M. Crova. Les deux sources sont deux carcels dont les distances aux fentes sont réglées de façon à avoir deux spectres d'intensités égales I_0, le nicol étant au zéro. Une lame recouverte de noir de fumée est placée sur le trajet de l'un des faisceaux, et l'on rétablit l'égalité d'intensité dans les diverses parties du spectre par la rotation du nicol. Si, pour une radiation λ, on tourne d'un angle α, son intensité est $I = I_0 \cos^2 \alpha$; le micromètre a été gradué en fonction des longueurs d'onde, et l'on observe dans six régions du spectre pour les λ

667, 607, 565, 533, 506, 486.

» Le noir de fumée était déposé sur des couvre-objets de microscope en couches homogènes au moyen d'une flamme très large d'un bec de gaz à grille d'analyse, puis lavé à l'alcool pour enlever les produits pyrogénés; au microscope, la mise au point se fait alors nettement, et l'on voit un tissu réticulaire régulier formé par des grains de forme ovoïde, de diamètre inférieur à $0^{\mu},5$ ([4]).

» A cause de la grande hygroscopicité du noir et de la faible quantité employée, la pesée directe des lames est sujette à de grandes erreurs; j'ai préféré doser chimiquement, par un procédé volumétrique très sensible ([5]) le carbone déposé sur chaque

---

([1]) Crova, *Comptes rendus*, t. CIX, p. 493, 1889; t. CXII, p. 1176 et 1246, 1891. — *Annales de Physique et de Chimie*, 6e série, t. XXII, p. 480, 1890; t. XXV, p. 534, 1892.

([2]) Angström, *Transmission de la chaleur de diverses longueurs d'onde à travers les milieux troubles* (*Wiedemann Ann.*, t. XXXVI, n° 3, p. 715; 1877).

([3]) Stark, *Propriétés optiques du noir de fumée* (*Wiedemann Ann.*, t. LXII, n° 10; 1897.

([4]) Crova et Compan, *Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 707; 1898.

([5]) Imbert et Compan, *Bulletin de la Société chimique*, p. 305; 1899.

lamelle. J'ai opéré sur huit couches différentes et j'ai trouvé pour leur poids par centimètre carré

$0^{mgr},038$, $0^{mgr},0646$, $0^{mgr},0671$, $0^{mgr},0911$, $0^{mgr},146$, $0^{mgr},260$, $0^{mgr},345$.

» Pour chaque lame, l'intensité relative croît régulièrement du violet au rouge, suivant une courbe parabolique qui tend vers une droite lorsque l'épaisseur augmente. Mais comme l'absorption est très grande, on ne peut faire un grand nombre d'essais sous une certaine épaisseur; la sensibilité n'est plus assez grande.

» J'ai cherché si l'une des valeurs de k, $k = \frac{m}{\lambda^2}$ ou $k = \frac{m}{\lambda^4}$ s'appliquait, et j'ai trouvé que, pour toutes les lames, c'était la formule de Clausius qui était vérifiée, c'est-à-dire que l'on a

$$\lambda^2[\log I - \log I_0] = C.$$

» Ainsi voici les valeurs de C trouvées pour l'une des lames :

55,5, 54,0, 53,2, 52,0, 54,1, 55,4,

alors que pour $k = \frac{m}{\lambda^4}$, ces valeurs varient du simple au double; on a

$k = \frac{m}{\lambda^4}$: 572, 429, 353, 314, 304, 290.

» J'ai fait les mêmes expériences en comparant la carcel avec la lumière solaire diffusée par un verre dépoli et dans les limites où l'on peut opérer; le résultat a été le même.

« J'ai opéré sur deux quartz enfumés à faces parallèles, et j'ai eu encore des nombres constants pour $k = \frac{m}{\lambda^2}$; pour le quartz de 40^{mm}, j'ai obtenu pour C :

27,1, 23,2, 23,1, 23,2, 23,3, 23,5.

» Enfin, j'ai obtenu les mêmes résultats en interposant sur un des faisceaux une cuve à faces parallèles contenant de l'eau troublée par quelques gouttes d'encre de Chine. La transmission pour le noir de fumée satisfait donc à $k = \frac{m}{\lambda^2}$.

» D'autre part, en opérant avec le chlorure d'argent, en suspension dans l'eau, j'ai bien trouvé $k = \frac{m}{\lambda^4}$ comme M. Hurion.

» J'ai alors pris un certain nombre de milieux troubles et j'ai cherché à quelle valeur de k satisfaisait leur transmission. Pour chaque précipité, je faisais quatre essais avec des concentrations différentes.

» Avec la magnésie déposée sur des lames de verre en brûlant avec précaution des rubans de magnésium, j'ai trouvé $k = \frac{m}{\lambda^2}$. J'ai opéré sur cinq lames.

» Pour les précipités dans l'eau : le chlorure d'argent, le liquide de Brucke (solution de Marlic en larme dans l'alcool) et le sulfure de cuivre ont donné $k = \frac{m}{\lambda^4}$.

» L'alcool salé anisé et la teinture alcoolique de savon dans l'eau ordinaire ont donné $k = \frac{m}{\lambda^3}$.

» Le sulfate de baryte (dans un mélange de glycérine et d'eau), l'oxalate de chaux et l'encre de Chine ont donné $k = \frac{m}{\lambda^2}$.

» Si l'on prend un précipité tel que l'alcool salé anisé qui satisfait à $k = \frac{m}{\lambda^3}$ et si l'on examine la lumière transmise après des temps de plus en plus longs, on constate que la valeur de k ne s'applique plus, la lumière transmise devient de moins en moins rouge par suite du grossissement des gouttelettes d'essence et, après un certain temps (quatre heures environ), on peut arriver à la valeur $k = \frac{m}{\lambda^2}$.

» Il semble donc résulter de ces expériences que la nature de la lumière transmise dépend des dimensions des particules en suspension; on peut le montrer simplement de la façon suivante : dans une cuve à faces parallèles on met de l'eau distillée saturée d'hydrogène sulfuré; on verse quelques gouttes d'une solution d'azotate de plomb et l'on peut avoir une lumière transmise variant depuis le gris jusqu'au rouge vif en prenant des solutions d'azotate de plus en plus étendues, et surtout si l'eau est légèrement gommée.

» En résumé, ces expériences paraissent indiquer que dans la formule donnant l'intensité de la lumière transmise doit intervenir un facteur fonction de la dimension des particules. »

PHYSIQUE. — *Sur le calcul de la compressibilité d'un mélange gazeux d'apres celles de ses éléments.* Note de M. **Daniel Berthelot**, présentée par M. H. Becquerel.

« L'augmentation de pression produite par le mélange de deux gaz se déduit de la compressibilité des gaz séparés et de celle du mélange. On peut chercher à aller plus loin et à calculer la compressibilité du mélange d'après celles des gaz séparés.

» J'ai proposé naguère (*Comptes rendus*, 13 juin 1898) un calcul fondé

sur les hypothèses suivantes : la compressibilité d'un mélange de x molécules d'un premier gaz, avec $1 - x$ molécules d'un second est représentée comme celle des gaz séparés par la formule de Van der Waals; le covolume B du mélange est égal à la moyenne composée des covolumes b et b' des constituants $B = bx + b'(1 - x)$; l'attraction spécifique moléculaire A s'obtient en admettant que, si l'attraction réciproque de deux molécules du premier gaz est proportionnelle à a et celle de deux molécules du second gaz à a', l'attraction d'une molécule du premier gaz sur une molécule du second est proportionnelle à $\sqrt{aa'}$, en sorte que

$$A = ax^2 + 2\sqrt{aa'}\,x(1 - x) + a'(1 - x)^2.$$

» La vérification numérique de ce calcul ne peut être essayée que dans les limites assez restreintes où l'équation de Van der Waals est vérifiée pour un gaz isolé. Il est impossible en effet de représenter l'ensemble d'un isotherme en regardant a et b comme constants. C'est ainsi que, si l'on emploie les valeurs de a et b déduites des coordonnées du point critique pour calculer le volume d'un gaz au voisinage de la pression atmosphérique, le volume calculé est inférieur de 30 pour 100 au volume réel.

» Aussi me suis-je borné, dans mes Communications antérieures, au cas de pressions voisines de la pression atmosphérique, et j'ai indiqué comment on peut fixer les valeurs approchées de a et b dans ces conditions.

» En outre, il est possible que l'attraction de deux molécules différentes n'obéisse pas à une simple règle de masse et exige l'introduction d'un coefficient spécial. Dans ce cas, la connaissance des propriétés des gaz séparés ne suffirait pas à calculer les propriétés du mélange. Les comparaisons ci-dessous permettent de répondre à cette question.

» Je reproduis d'abord le Tableau donné antérieurement (mai et juin 1898) des constantes a et b de divers gaz et des volumes v_m occupés par une molécule de chaque à 0° et 1^{atm}, le volume occupé par une molécule de gaz parfait étant égal à 1.

	H.	Az.	O.	CO^2.	Az^2O.	SO^2.
a......	0,00050	0,00105	0,00159	0,00913	0,1024	0,02840
b......	0,00114	0,00067	0,00083	0,00243	0,00268	0,00535
v_m.....	1,00064	0,99962	0,99924	0,99326	0,99239	0,97642

» Voici maintenant les coefficients d'écart A_2^1 à la loi de Mariotte à 16°,

calculés d'après ces données, comparés avec ceux que nous avons observés directement, M. Sacerdote et moi (¹) :

	CO^2+SO^2.	$4Az+O$.	$H+O$.
A_2^1 observé.......	143×10^{-6}	5×10^{-6}	-2×10^{-6}
A_2^1 calculé.......	149×10^{-6}	5×10^{-6}	0×10^{-6}

» En ce qui concerne l'augmentation de pression produite par le mélange de deux gaz, M. Sacerdote a trouvé pour SO^2+CO^2 (sous la pression 765^{mm}) $\Delta p = 1^{mm}36$; pour CO^2+Az^2O (sous 760^{mm}) $\Delta p = 0^{mm},08$; M. Braun (*Wiedemann's Annalen*, t. XXXIV, p. 948) a trouvé (sous la pression 71^{cm}) pour SO^2+H^2, $\Delta p = 4^{mm},06$ et $3^{mm},88$; pour CO^2+H^2, $0^{mm},86$ et $1^{mm},05$; pour CO^2+ air, $0^{mm},35$; pour Az^2+H^2, $0^{mm},21$; et pour H^2+ air, $0^{mm},00$. Les écarts observés pour ces trois derniers mélanges, dont chacun n'a été l'objet que d'une seule mesure, sont à peine supérieurs aux erreurs d'observation de l'auteur qui atteignent $0^{mm},1$ à $0^{mm},2$. Enfin j'ai observé avec M. Sacerdote, pour $H+O$, $\Delta p = 0^{mm},20$ (sous la pression 752^{mm}). Le Tableau suivant permet de comparer ces valeurs aux nombres calculés :

	SO^2+H^2.	SO^2+CO^2.	CO^2+H^2.	CO^2+Az^2O.	CO^2+ air.	H^2+O^2.	$4Az+O$.
Δp observé.....	$3^{mm},9$	$1^{mm},4$	$1^{mm},0$	$0^{mm},1$	$0^{mm},35$	$0^{mm},2$	$0^{mm},0$
Δp calculé......	$3^{mm},7$	$1^{mm},1$	$0^{mm},9$	$0^{mm},0$	$0^{mm},6$	$0^{mm},05$	$0^{mm},0$

» Les nombres calculés ne diffèrent pas en général de plus de $0^{mm},2$ des nombres observés : accord qui peut être regardé comme satisfaisant, car l'incertitude sur les Δp observés n'est guère moindre de $0^{mm},1$, et l'incertitude sur les Δp calculés est du même ordre.

» Le mode de calcul développé ici permet donc d'obtenir, d'une manière approchée, la densité d'un mélange gazeux d'après celles de ses constituants. »

(¹) Parmi les mélanges d'hydrogène avec un gaz plus compressible que n'indique la loi de Mariotte, il doit en exister un qui suive cette loi sous de faibles pressions. Pour H^2 et CO^2, le calcul indique que ce mélange aurait la composition

$$0^{mol},79\,H^2 + 0^{mol},21\,CO^2.$$

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur une nouvelle préparation et quelques nouvelles propriétés du pentabromure de tungstène.* Note de M. **Ed. Defacqz**, présentée par M. Moissan [1].

« Les différentes combinaisons du brome et du tungstène ont été successivement étudiées par M. Riche, Blomstrand, puis par M. Roscoë. La méthode employée et préconisée par M. Riche [2] comme le meilleur moyen de préparation consiste à faire agir directement le brome sur le tungstène métallique; ce procédé permit à M. Blomstrand [3] d'obtenir le pentabromure et de l'analyser. Plus tard, M. Roscoë [4] reprend cette réaction; il indique les précautions indispensables pour que ce composé ne contienne pas d'oxybromures, il le purifie, en fait l'analyse, détermine son point de fusion et étudie l'action de l'hydrogène et de l'eau.

» L'action de l'acide iodhydrique gazeux sec nous ayant fourni un nouveau mode d'obtention de ces iodures, nous avons pensé à appliquer la même réaction pour la préparation des bromures.

» I. *Action de l'acide bromhydrique gazeux. Nouvelle préparation du pentabromure.* — On dispose dans un tube de verre une nacelle contenant l'hexachlorure pur et l'on fait passer un courant d'acide bromhydrique gazeux sec; lorsque l'air est entièrement chassé de l'appareil, on chauffe pour atteindre 300° environ; la réaction se manifeste vers 250°; quelques vapeurs brunes apparaissent, mais ne tardent pas à se condenser; le produit de la nacelle fond, puis se volatilise pour former à peu de distance de beaux cristaux foncés à reflets verdâtres.

» *Propriétés.* — Le pentabromure obtenu par cette méthode est une substance bien cristallisée en aiguilles rassemblées rappelant les feuilles de fougère; il est très hygroscopique, fumant à l'air, facilement décomposable pour donner de l'oxyde bleu; il se dissout dans un grand nombre de liquides : le tétrachlorure de carbone, le chloroforme, le bromoforme, l'alcool absolu, l'éther, l'essence de térébenthine, la benzine.

» Ces solvants doivent être complètement anhydres; il se forme sans cela des colorations et des précipités dus à la formation de l'oxyde bleu.

» L'air ou l'oxygène le décomposent pour donner un mélange d'oxybromures puis de l''acide tungstique.

---

(1) Travail fait au Laboratoire des Hautes Études de M. Moissan, à l'École supérieure de Pharmacie.

(2) Riche, *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. L, p. 5.

(3) Blomstrand, *Journal für prakt. Chem.*, t. LXXII, p. 408.

(4) Roscoe, *Chemical News*, t. XXV, p. 61.

» Le chlore donne, sans incandescence, vers le point de fusion du pentabromure, de l'hexachlorure; le soufre et le phosphore réagissent facilement pour former du sulfure et du phosphure.

» L'eau à froid précipite de l'oxyde bleu dont une partie est très ténue et donne à la solution une couleur rouge violacé. A chaud il se forme de l'oxyde bleu puis de l'acide tungstique.

» Les hydracides réagissent différemment, s'ils sont en solution ou gazeux : l'acide fluorhydrique à 40 pour 100 dissout entièrement à froid le pentabromure; l'acide chlorhydrique concentré fait de même et donne un liquide d'un magnifique bleu indigo; en solution étendue, il agit comme l'eau; l'acide bromhydrique fumant le dissout partiellement; gazeux et sec, ce dernier acide ne décompose pas le pentabromure à 300°, l'acide iodhydrique gazeux et sec donne, vers 400°, un iodure.

» L'hydrogène sulfuré et le phosphure d'hydrogène gazeux réagissent, le premier vers 500°, le deuxième vers 300°; il se forme un sulfure et un phosphure.

» Dans un courant d'acide carbonique, le pentabromure se volatilise sans décomposition.

» Les acides azotique et sulfurique ont des actions différentes suivant leur concentration : le premier transforme le pentabromure en acide tungstique; le deuxième, concentré, ne donne rien à froid, mais, en solution étendue, il précipite de l'oxyde bleu.

» Les alcalis en solution ou fondus, les azotates, les carbonates alcalins ou leurs mélanges, le bisulfate de potassium réagissent avec une grande énergie.

» *Analyse.* — Nous avons vu que l'eau en excès fournit un liquide coloré, de l'oxyde bleu, quelquefois de l'acide tungstique et de l'acide bromhydrique. On place donc aussi rapidement que possible dans une ampoule en verre mince une prise d'essai et on la ferme à la lampe; on la pèse, et on la casse dans un flacon à l'émeri à large ouverture de 250^{cc} contenant $\frac{1}{3}$ d'eau distillée; on laisse en contact quelques heures et on agite de temps en temps. On vide alors le contenu du flacon dans une capsule, on lave avec soin et l'on ajoute quelques gouttes d'acide azotique; on chauffe au bain-marie; au bout de quelques instants le précipité est jaune franc; on filtre, ou lave.

» Dans les eaux filtrées on y dose le brome à l'état de bromure d'argent, on le transforme en chlorure comme vérification; sur le filtre on a l'acide tungstique et les débris de verre; on dissout l'acide dans l'eau ammoniacale et on lave jusqu'à ce que les eaux ne soient plus alcalines; le tungstate d'ammoniaque est évaporé à sec et calciné dans une capsule de platine; du poids d'anhydride tungstique formé on déduit la quantité de métal. Le verre est pesé sur filtre taré; déduit du poids primitif il donne le poids de matière.

» La facile altération du pentabromure au contact de l'air et le nombre de manipulations rendent ces analyses pénibles, longues et délicates.

» Nous avons ainsi trouvé :

	I.	II.	III.	Calculé pour Tu Br.
Tu.........	31,80	32,74	31,73	31,51
Br.........	66,93	67,42	»	68,49

» *En résumé*, l'action de l'acide bromhydrique gazeux sec nous a fourni une nouvelle méthode de préparation du pentabromure de tungstène; son rendement nous a permis une étude plus complète de ce corps et d'indiquer quelques nouvelles propriétés de ce composé. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les sels mixtes halogénés du plomb.* Note de M. **V. Thomas**, présentée par M. Troost.

« Dans une Communication précédente ([1]), j'ai montré que le chlorure et l'iodure de plomb étaient susceptibles de s'unir à molécules égales pour donner un chloroiodure bien défini.

» Je me propose, dans cette Note, de compléter l'histoire des sels mixtes halogénés du plomb en étudiant les sels doubles formés soit par la combinaison du chlorure et du bromure, soit par la combinaison du bromure et de l'iodure.

» *Chlorobromures.* — Les chlorobromures sont susceptibles de prendre naissance dans l'une des réactions suivantes :

» 1° Action des hydracides sur les sel halogénés du plomb;

» 2° Dissolution du chlorure de plomb dans une solution de bromure ou inversement;

» 3° Action des chlorure et bromure alcalins sur les bromure et chlorure de plomb;

» 4° Action du brome sur les chloroiodures.

» La première méthode ne donne pas de bons résultats. La réaction

$$PbCl^2 + 2HBr = PbBr^2 + 2HCl$$

est en effet très peu exothermique; les deux réactions inverses sont par suite possibles à la même température. Le bromure de plomb est transformé totalement en chlorure de plomb par ébullition avec de l'acide chlorhydrique et le chlorure de plomb se transforme de même avec la plus grande facilité en bromure, lorsque l'on évapore sa solution bromhydrique. Il en résulte que, si des chlorobromures se formaient dans ces réactions, leur séparation offrirait de grandes difficultés, un excès d'acide les transformant soit en chlorure, soit en bromure. Ce procédé d'obtention a dû par suite être abandonné.

» La deuxième méthode n'est pas supérieure à la précédente, car les chlorure et bromure de plomb, tous deux orthorhombiques, paraissent isomorphes, et, en évaporant des solutions renfermant à la fois du chlorure et du bromure, on obtient des cristaux dont la teneur en chlore et en brome croît ou décroît régulièrement.

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXVII, p. 1349.

» En mélangeant au contraire des solutions convenables de chlorure de plomb et de bromure de potassium, on peut obtenir un sel mixte qui paraît bien défini.

» En partant des proportions suivantes :

$PbCl^2$	5^{gr}
KBr	1
H^2O	250

on peut facilement préparer un composé de formule $3PbCl^2.PbBr^2$.

» Ce composé, comme le chloroiodure, cristallise anhydre [1]. Conservé pendant plusieurs mois à la lumière, il ne subit aucune altération. Il est soluble dans l'eau, mais en subissant une décomposition d'autant plus grande que la solution est plus diluée. Le sel double se résout partiellement en ses éléments, comme cela arrive, du reste, pour le chloroiodure. Il est insoluble dans l'alcool concentré et froid; à l'ébullition, la quantité dissoute est très faible. Soluble à froid dans l'acide chlorhydrique, plus facilement à chaud : la solution abandonne par refroidissement des cristaux de chlorure de plomb plus ou moins souillé de sel non transformé. Si l'on évapore la solution à sec, la transformation est totale. L'acide bromhydrique le dissout avec la plus grande facilité, même à froid, et le transforme en bromure.

» En opérant avec des solutions plus riches en chlorure, en partant par exemple du système

$PbBr^2$	4^{gr}
AmCl	24
H^2O	500

on n'obtient pas de sels mixtes, mais, tout comme si l'on opérait avec les hydracides, la transformation du bromure de plomb en chlorure est totale.

» En opérant au contraire avec des solutions plus riches en bromure, je n'ai pu réussir à produire des sels doubles renfermant plus de bromure.

» Le déplacement de l'iode du chloroiodure PbICl, par un courant de brome, conduit très naturellement à la formation du chlorobromure correspondant PbBrCl. Ce sont de fines aiguilles blanches inaltérables à la lumière, jouissant de toutes les propriétés du chlorobromure précédent, et qui se transforment facilement en iodure, par ébullition avec de l'acide iodhydrique.

» *Bromoiodures.* — Ils peuvent se former dans des circonstances analogues à celles où se produisent les bromoiodures. Ces sels doubles ont du reste été l'objet de différents travaux. Thorpe signale la formation de bromoiodures de plomb dans l'attaque de l'iodure par l'acide bromhydrique. Son Mémoire [2] relate l'existence de trois composés PbBrI, $PbI^2.3PbBr^2$ et $PbI^2.6PbBr^2$. Melle Field [3], en chauffant ensemble de

---

(1) Voir V. Thomas, *Chlorobromures de plomb* (*Bull. Soc. chimique,* t. XIX, p. 598; 1898).

(2) *American chemical Journal,* p. 232; 1888.

(3) *Chemical News,* t. LXVII, p. 157; 1893.

l'iodure de plomb, du bromure d'ammonium et de l'eau, dans des proportions déterminées, semble avoir obtenu des aiguilles verdâtres correspondant à la formule $PbI^2.2PbBr^2$; malheureusement ces chimistes paraissent avoir borné leurs recherches à quelques analyses, sans se préoccuper de démontrer l'existence de tous ces composés.

» Plus récemment MM. Herty et Boggs ([1]) ont repris l'étude de la question et ces chimistes semblent conclure, non pas à l'existence de composés chimiques définis, mais à la formation de mélanges isomorphes à compositions essentiellement variables.

» Je me propose de revenir, dans une prochaine Note, sur l'interprétation de ces expériences et sur certains faits qui permettront peut-être d'élucider un peu l'histoire de ces composés; je veux simplement ici indiquer les corps que j'ai pu préparer en utilisant les méthodes qui ont servi à la préparation des chlorobromures.

» L'acide iodhydrique attaque rapidement le bromure de plomb pour le transformer en iodure. Quoique l'iodure de plomb se dissolve bien dans l'acide bromhydrique, l'attaque se fait plus lentement, avec mise en liberté d'iode, par suite de la décomposition ultérieure de l'acide iodhydrique formé. Si, après avoir maintenu la température à l'ébullition, on laisse refroidir, il se dépose en général deux sortes de cristaux. Ce sont d'abord des croûtes cristallines qui donnent à l'analyse un chiffre considérable d'iode et sur lesquelles je reviendrai prochainement, puis des aiguilles d'un jaune verdâtre plus ou moins foncé dont la composition oscille entre $PbBrI$ et $PbBr^2$.

» En dissolvant jusqu'à saturation de l'iodure de plomb dans une solution chaude de bromure de plomb, on obtient par refroidissement des cristaux correspondant à la formule $3PbBr^2.PbI^2$.

» Ce sont ces mêmes cristaux que l'on obtient en partant du système

$PbBr^2$... 5^{gr} KI... 1^{gr} H^2O... 250^{gr}

Au-dessus de 65°, ces cristaux se déposent en même temps que de l'iodure de plomb, mais entre 65° et 50° environ, ils se déposent exempts de toute impureté. A des températures plus basses, leur teneur en brome croît régulièrement jusqu'à la composition limite $PbBr^2$. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Separation et dosage de traces de brome en présence d'un très grand excès de chlorure.* Note de M. **H. Baubigny**, présentée par M. Troost.

« J'ai signalé dans ma dernière Note ([2]) que, grâce aux petites quantités de chlore formé lors du traitement à froid d'une solution concentrée

([1]) *Journ. Am. Chem. Soc.*, t. XIX, p. 820.
([2]) *Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 1160.

de chlorure par un mélange de permanganate et de sulfate de cuivre, on pouvait éliminer plus rapidement les traces de brome contenues dans le chlorure et hâter ainsi le dosage, cela malgré la nécessité d'une double distillation.

» J'ai alors pensé qu'il était préférable, pour mettre à profit cette observation, de substituer à l'emploi du mélange oxydant celui d'un peu de chlore pris en quantité *suffisante* pour déplacer le brome, mais toutefois *limitée*, de façon à permettre de traiter ensuite, comme je l'ai indiqué, la solution alcaline dans laquelle le brome et l'excès de chlore sont recueillis.

» L'expérience a pleinement confirmé ces vues, et de cette façon l'analyse peut alors être achevée en quatre ou cinq heures.

» Je remarquerai de plus que, si le chlorure renfermait beaucoup de sel de potassium, le sulfate de cuivre donnerait lieu à un dépôt abondant de sel double peu soluble à froid et susceptible de gêner. Dans ce cas, l'emploi du chlore constitue encore, par cela même, un avantage.

» Voici le mode opératoire auquel je me suis arrêté :

» A la solution saline on ajoute du permanganate, 10 pour 100 environ du poids du sel, puis de l'acide chlorhydrique. On ferme aussitôt l'appareil, on agite un peu et l'on adapte le condensateur. On chauffe alors au bain-marie, et quand ce dernier est à 50° on fait passer le courant d'air. Une fois la température de 98°-100° atteinte, il suffit de poursuivre la distillation de quinze à vingt minutes, pour que tout le brome et tout le chlore libre aient été entraînés hors de la solution saline. En chauffant, on accélère beaucoup, car, lors d'un essai fait à froid, l'air sortant de l'appareil sentait encore le chlore plus d'une heure après le commencement de l'opération, alors qu'en s'aidant de la chaleur sa durée excède rarement quarante minutes.

» Le phénomène est aisé à comprendre : le chlore se forme dans le sein même du liquide par l'action de l'acide chlorhydrique sur le permanganate, et il déplace le brome que le courant d'air, à chaud surtout, transporte avec le restant du chlore jusqu'au condensateur alcalin.

» Comme il y a intérêt à ne pas avoir un trop grand excès de chlore libre pour avoir un poids relativement minime de chlorure lors du second traitement, j'ai dû chercher d'abord quel était le poids de chlore fourni dans ces conditions par une goutte [1] (dix au centimètre cube) d'acide chlorhydrique pur du commerce à 20° ou 21° B. Pour cela, j'ai opéré avec une solution de permanganate ($1^{gr},3$ dans 35^{cc}); la distillation arrêtée après quinze minutes d'action à 100°, l'air sortant du ballon n'avait plus

[1] On peut avoir à volonté par centimètre cube le nombre de gouttes qu'on désire (de 10 à 30), suivant qu'on fait tomber le liquide d'un flacon ou par un tube étiré en pointe.

aucune odeur de chlore, et le dosage dans le liquide du condensateur a donné AgCl = 0gr,116; soit sensiblement pour le chlore $\frac{1}{4}$ 0,116 = 0gr,029.

» Une goutte d'acide chlorhydrique ($\frac{1}{10}$ de centimètre cube) est donc une quantité plus que suffisante pour décomposer quelques milligrammes de bromure.

» Ces points acquis, j'ai préparé deux essais; pour chacun, 10gr de sel marin (séché préalablement à 170°) ont été dissous dans 35cc d'eau avec 1gr,2 de MnO^4K; ensuite, à chacun, j'ai ajouté un volume rigoureusement jaugé d'une solution titrée et assez diluée de bromure de potassium et finalement, avant de fermer, une goutte (à 20 par centimètre cube) d'acide chlorhydrique.

» Le volume final, dans les deux cas, était d'environ 45cc.

» Les expériences ont été continuées selon les règles indiquées; aussi, je me borne à la simple indication des résultats :

NaCl employé.	KBr ajouté (solution titrée).	Valeur en AgBr du KBr ajouté.	AgBr retrouvé.
10gr	0,00424	0,0067	0,0078
10	0,00310	0,0049	0,0058

soit, pour chaque essai, 0gr,001 environ de AgBr en trop.

» Ces résultats ne pouvaient être dus à la présence du chlore parce que, chaque fois, j'ai procédé, lors de la seconde distillation, dans des conditions telles de dilution ([1]) (0gr,030 de chlorure alcalin dans 100cc) que pareille hypothèse devait être rejetée d'une façon absolue. Je fus ainsi amené à soupçonner de suite l'existence d'une trace de bromure dans le sel marin employé, ce sel constituant d'ailleurs un nouveau lot mis en expérience.

» En effet, en recommençant l'opération identiquement de même, sauf l'addition de bromure, avec 10gr de ce chlorure de sodium, j'ai pu, en supprimant le condensateur lors de la *seconde* ([2]) distillation, y reconnaître l'existence du brome grâce à la formation d'éosine sur un papier de fluorescéine roulé en cigarette dans le tube abducteur. Quant au poids, il me fut donné dans une seconde épreuve, en recueillant les produits volatils, par celui du bromure d'argent alors obtenu, soit 0gr,0009 : poids qui correspond sensiblement aux écarts, par excès, 0gr,0011 et 0gr,0009 trouvés précédemment.

» Revenant alors à mes premiers essais, j'ai d'abord purifié le sel des traces de bromure qu'il contenait par un traitement préalable avec le permanganate et une goutte d'acide chlorhydrique, en laissant perdre les produits volatils. Deux dissolutions à 12gr de NaCl et 1gr,3 de MnO^4K ont été ainsi préparées : l'une dans 40cc, l'autre dans 80cc, et j'ai recommencé les dosages avec les mêmes poids de bromure en réajoutant à chacun $\frac{1}{20}$ de centimètre cube d'acide chlorhydrique.

([1]) *Séparation et dosage par voie directe du chlore et du brome* (*Comptes rendus*, t. CXXV, p. 609 et 610).

([2]) L'excès relatif de chlore libre employé pour le déplacement du brome pouvant, lors de la première distillation, être un obstacle à la netteté de la réaction colorée, comme je l'ai fait connaître.

» Tout écart anormal avait alors disparu :

NaCl employé.	KBr ajouté (solution titrée).	Valeur en AgBr du KBr ajouté.	AgBr retrouvé.
12^{gr}	$0^{gr},00424$	$0^{gr},0067$	$0^{gr},0066$
12^{gr}	$0^{gr},00310$	$0^{gr},0049$	$0^{gr},0048$

» La durée de la seconde distillation ayant été de quatre-vingts minutes, comptée à partir du moment où l'eau du bain-marie est à 98°.

» Comme on le voit, le procédé permet d'atteindre une très grande précision, puisqu'il m'a signalé et permis de reconnaître et de doser moins de $\frac{1}{2}$ milligramme de brome dans 10^{gr} de sel marin. Sans crainte d'exagération, on peut donc affirmer qu'il en sera de même pour toute masse de chlorure du moment qu'elle renfermera un poids de bromure susceptible d'être pesé, puisque la seule modification à apporter se réduira à augmenter le volume de la solution saline, sur laquelle on doit faire agir le chlore destiné à décomposer les bromures en présence. C'est le cas pour 1^{mgr} de brome dans 50^{gr} et même 100^{gr} de sel marin. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'activité du manganèse par rapport à la phosphorescence du sulfure de strontium.* Note de M. **José Rodriguez Mourelo** [1].

« Il y a quelques années, M. Lecoq de Boisbaudran effectua certaines expériences dans lesquelles les effluves électriques provoquaient, dans le vide, la phosphorescence des mélanges de différents corps qui n'étaient pas luminescents par eux-mêmes. Il employait des sulfates de calcium, magnésium, cadmium, strontium, baryum, glucinium, etc. en mélangeant à chacun de très petites quantités de sulfate de manganèse. Le mélange, chauffé et soumis, dans le vide, aux actions électriques, était phosphorescent et présentait différentes couleurs d'une intensité variable.

» En partant des faits constatés dans les travaux de M. Lecoq de Boisbaudran, j'ai entrepris une série d'expériences, dont le but a été d'étudier les actions des composés manganeux sur les sulfures de strontium phos-

(1) Travail fait au laboratoire de Chimie de l'École centrale des Arts et Métiers à Madrid.

phorescents que je prépare, mais sans y faire intervenir ni les actions électriques, ni le vide.

» Je me suis servi, comme première matière, d'un carbonate de strontium artificiel, obtenu en traitant une solution de chlorure de strontium, très pur, par une autre de carbonate de sodium, pur aussi. On lava soigneusement le précipité et on le fit sécher, d'abord au grand air et ensuite à 120°; il en résulta une poudre d'une blancheur singulière, exempte d'alcalis et sans que les réactifs y indiquassent la présence de composés calciques. Ce carbonate de strontium, calciné, n'offre pas de phosphorescence : en le mêlant avec de la fleur de soufre et le chauffant au rouge vif pendant trois heures, on obtient un sulfure de strontium blanc, pur et non phosphorescent.

» Comme composé de manganèse, on employa le carbonate, obtenu aussi par voie humide; sa couleur était blanche, rosée; il était à peine altéré par le contact de l'air, il ne contenait pas de fer et le produit résultant de sa calcination au rouge ne présentait pas non plus de phosphorescence.

» Le but des premières expériences fut de constater si une petite quantité de carbonate de manganèse, agissant dans la réaction dont le sulfure de strontium est le produit, peut rendre celui-ci phosphorescent, en quoi il remplirait des fonctions analogues à celles du sous-nitrate de bismuth dans les expériences déjà exposées en d'autres Notes.

» On fit des mélanges intimes de carbonate de strontium, de fleur de soufre et de très petites quantités de carbonate de manganèse; on soumettait ces mélanges à l'action de la chaleur. Après quelques tâtonnements, celui qui donna les meilleurs résultats était ainsi composé : carbonate de strontium 100gr, fleur de soufre 33gr, carbonate de manganèse 0gr,15.

» Ce mélange rendu bien homogène, on en comprima une certaine quantité dans un creuset en terre où il fut soumis, pendant trois heures, à l'action de la chaleur, au rouge vif. Le creuset refroidi lentement, on en tira une masse un peu dure, de nuance blanc grisâtre qui, après quelques secondes d'exposition à la lumière diffuse, offrait, dans l'obscurité, une belle et persistante phosphorescence. Il est à remarquer que la couleur de la lumière émise est quelque peu différente du vert plus ou moins jaunâtre propre aux sulfures de strontium préparés par moi. Ici la phosphorescence est d'un vert très clair, sans mélange de bleu ni de jaune. Ce fait semble indiquer une qualité spécifique du composé manganeux employé, dont l'activité à l'égard de la phosphorescence du sulfure de strontium a été démontrée.

» On chercha à vérifier, par d'autres expériences, si le carbonate de manganèse pourrait remplacer, comme matière active, le sous-nitrate de bismuth.

» Dans ce but, le mélange qui donna les meilleurs résultats était formé de : carbo-

nate de strontium 100gr, fleur de soufre 33gr, carbonate de sodium 1gr,40, chlorure de sodium fondu 0gr,85, carbonate de manganèse 0gr,15.

» Ce mélange ayant été finement pulvérisé, on le plaça, toujours bien comprimé, dans un creuset en terre; il fut soumis au rouge vif pendant trois heures de suite; après quoi, on laissa refroidir lentement. Il en résulta une masse compacte, assez dure, blanc grisâtre et d'apparence scoriforme; soumise à l'action de la lumière directe diffuse, sans insolation, elle présentait, dans l'obscurité, une splendide phosphorescence d'un vert clair, sans mélange de bleu ni de jaune, comme dans le cas précédent; seulement la lumière était plus intense. C'est en comparant la nuance de la phosphorescence du sulfure de strontium, dont la matière active a été le sous-nitrate de bismuth, avec celle qu'on obtient au moyen du carbonate de manganèse, et en exposant ensemble les deux produits pendant deux secondes à la lumière diffuse, qu'on apprécie ces différences de couleur. L'expérience sert aussi à démontrer le caractère de l'activité phosphorescente, pour les corps capables de l'exciter dans le sulfure de strontium.

» On voit donc que, de même que le sous-nitrate de bismuth, le carbonate de manganèse, dissous dans la masse d'un sulfure de strontium, lui communique la propriété de luire avec une belle nuance verte très claire, après que le mélange a été soumis à l'action de la chaleur au rouge vif pendant trois heures, temps nécessaire pour que la propriété lumineuse s'y développe avec une grande intensité. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur les pectines*. Note de M. **Em. Bourquelot.**

« L'année dernière j'ai fait à l'Académie, au nom de M. Hérissey et en mon nom, une Communication sur la pectine de Gentiane (¹). Depuis lors, quatre autres pectines ont été étudiées dans mon laboratoire : M. Javillier a étudié la pectine de *Coing* et la pectine des pétales de *Rose de Provins;* M. Hérissey et moi, nous avons étudié la pectine de *Groseille à maquereau* et celle du *Cynorrhodon*. Ces recherches ont abouti à la connaissance de faits nouveaux, dont je crois utile de donner une vue d'ensemble (²); ils me paraissent de nature à préciser les notions que nous possédons sur les pectines, notions si vagues encore à l'heure actuelle.

» I. L'expression « pectine » n'a jamais eu jusqu'ici de signification

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXVII, p. 191; 1898.

(²) Ces recherches ont été ou seront publiées *in extenso* dans le *Journal de Pharmacie et de Chimie*.

définitive. Dans l'esprit de Braconnot, qui, le premier, nous a fait connaître les pectines comme principes immédiats (1831), celles-ci sont des substances qui, comme les gommes et les mucilages, donnent avec l'eau des solutions visqueuses, et qui, comme la plupart des gommes, fournissent de l'acide mucique lorsqu'on les traite par l'acide nitrique. Mais, et c'est par là qu'elles diffèrent des mucilages et des gommes, les pectines en solution dans l'eau possèdent, en outre, la propriété de se coaguler par addition d'eau de baryte ou d'eau de chaux, et celle de donner de l'acide pectique par la potasse.

» Fremy (1840) a ajouté à ces données un fait intéressant : il a découvert un ferment soluble, la *pectase*, coagulant les solutions de pectine comme la présure coagule les solutions de caséine. Cette découverte nous a apporté un caractère nouveau, le plus important, à coup sûr, des pectines.

» Après Fremy, on a cherché à établir la nature chimique des pectines. On a d'abord constaté qu'elles donnent des matières réductrices par hydrolyse. Puis, dès 1868, Scheibler ayant retiré des betteraves une substance analogue aux pectines et préparé de l'arabinose par hydrolyse de cette matière, d'autres recherches ont suivi, inspirées par celles de Scheibler, dont les résultats conduisent à rapprocher les pectines d'hydrates de carbone composés de *galactane* (en raison de la production d'acide mucique par l'acide nitrique) et d'*arabane* (en raison de la formation d'arabinose par hydrolyse).

» Mais 1° il ne semble pas qu'on se soit préoccupé de s'assurer que les matières étudiées se coagulaient par la pectase, c'est-à-dire étaient de vraies pectines; 2° Fremy avait signalé ces pectines comme sans action sur la lumière polarisée, et le corps étudié par Scheibler est fortement lévogyre; 3° Scheibler lui-même a retiré des betteraves, et d'autres l'ont fait après lui, des substances pectiques dextrogyres; 4° enfin, l'arabinose, sauf dans le travail de Scheibler, n'a pas été retiré en nature. Tous ces derniers travaux se trouvent donc entachés d'incertitude.

» II. Les cinq pectines dont il est question ici ont été obtenues sans faire intervenir d'acide ou d'alcali. Les matières premières, après épuisement par l'alcool bouillant, ont été simplement traitées à l'autoclave (108°-110°) par de l'eau; après quoi la solution aqueuse a été précipitée par l'alcool, puis le précipité de pectine a été purifié en suivant les méthodes connues.

» Elles possédaient les propriétés attribuées aux pectines par Braconnot, et, de plus, leur solution aqueuse était coagulée par la pectase.

» Contrairement à ce qu'avait indiqué Fremy, ces pectines agissaient sur la lumière polarisée ; elles étaient dextrogyres. Les pouvoirs rotatoires trouvés sont [1] :

Pectine de gentiane.	$\alpha_D = +82°,3$
» de pétales de rose.	» $+127$
» de coing.	» $+188,2$
» de cynorrhodon.	» $+165$
» de groseille à maquereau.	» $+194$

» Il y a, comme on voit, des différences marquées entre ces valeurs, ce qui conduit à penser, comme on l'admettait, semble-t-il, déjà du temps de Braconnot, qu'il existe de nombreuses sortes de pectines.

» Les cinq pectines hydrolysées par l'acide sulfurique étendu ont donné de l'arabinose qui, dans tous les cas, a été séparé à l'état cristallisé, et caractérisé par ses propriétés.

» Traitées par l'acide nitrique, elles ont donné de l'acide mucique. Par conséquent, d'après les idées courantes, ces pectines seraient constituées, au moins en partie, ainsi qu'on l'avait pensé, d'arabane et de galactane. Je dois ajouter que, jusqu'ici, dans un cas seulement (gentiane), et encore il reste des doutes à cet égard, on a observé, dans les produits d'hydrolyse concentrés, des cristaux microscopiques présentant les caractères des cristaux de galactose. Ces cristaux n'ont pu être isolés.

» III. La présence si fréquente des pectines dans les tissus végétaux, leur mode d'apparition et de disparition ont conduit à rechercher s'il n'existait pas un ferment soluble capable de les hydrolyser. Un tel ferment a été rencontré dans l'orge germée. Il n'existe ni dans la salive, ni dans le liquide d'*Aspergillus niger;* par conséquent, ce ferment n'est pas l'amylase, qui se trouve dans ces deux derniers liquides. Il est plus vraisemblable qu'il s'agit d'un ferment soluble nouveau, accompagnant l'amylase dans l'orge germée. Il a été désigné sous le nom de *pectinase*.

» Si l'on ajoute de la *pectinase* (sous forme de macération de malt) à une solution aqueuse de pectine, et si on laisse en contact un temps suffi-

(1) Les trois premiers pouvoirs rotatoires ont été calculés sur la matière desséchée à 100°, déduction faite des cendres. Pour les deux autres, ils ont été calculés sur la matière desséchée à 100°.

sant, la solution devient incoagulable par la *pectase*. De plus, il se forme une certaine quantité de sucre réducteur.

» Ce n'est pas tout. Si l'on coagule d'abord la solution de pectine par la pectase, si l'on traite ensuite le coagulum par la pectinase, le coagulum disparaît peu à peu et, comme dans le cas précédent, il se forme du sucre réducteur.

» On peut encore opérer d'une autre manière : ajouter à la solution de pectine à la fois de la pectase et de la pectinase. Si la proportion du premier ferment est grande par rapport à celle du second, il y aura d'abord coagulation, puis liquéfaction du coagulum; tandis que, si c'est l'inverse, la coagulation n'aura pas lieu.

» Il y a là, comme on voit, une série de faits que l'on peut rapprocher de ceux que l'on connaît relativement à l'action de la présure et de la trypsine sur la caséine. La caséine, en effet, est coagulée par la présure et peptonisée par la trypsine (caséase) du pancréas, et la trypsine peptonise aussi bien la caséine en solution que la caséine coagulée. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Action de la toluylène-diamine sur les globules rouges*. Note de MM. **L. Lapicque** et **A. Vast**, présentée par M. Duclaux [1].

« On sait que la toluylène-diamine est un poison des globules rouges. On retrouve, en effet, après l'administration de ce poison aux chiens, à la dose de quelques centigrammes par kilogramme en injection sous-cutanée, les produits d'une destruction globulaire exagérée : il apparaît de l'ictère, et du fer s'accumule dans le foie et dans la rate; avec les doses un peu fortes, on observe même l'hémoglobinurie, et, dans ce cas, l'examen microscopique du sang fait voir directement les globules en train de se détruire.

» Les auteurs ont admis, en se basant sur ces derniers faits, que l'action du poison consiste à détruire les globules dans le sang circulant. Il en résulterait que le foie agit sur l'hémoglobine provenant de ces globules détruits et dissoute dans le plasma. Mais, au cours de recherches sur l'emmagasinement du fer qui se produit dans les organes hématolytiques par cette intoxication, l'un de nous avait constaté qu'après l'administration de

---

[1] Travail du Laboratoire de Physiologie de la Sorbonne.

doses très efficaces à ce point de vue et, par conséquent, affectant notablement l'hématolyse, on ne trouvait dans le plasma que des traces d'hémoglobine dissoute, ou même parfois pas du tout. Nous avons repris l'étude de la toluylène-diamine en nous donnant spécialement pour but de déterminer le mécanisme par lequel ce poison provoque une destruction exagérée des globules rouges.

» D'abord nous avons examiné le point relatif à l'hémoglobine dissoute dans le plasma.

» Voici comment nous opérions : le sujet (chien) recevait en injection sous-cutanée de 3^{cgr} à 6^{cgr} par kilogramme de chlorhydrate de toluylène-diamine dissous dans l'eau salée physiologique. Le produit dont nous nous sommes servis avait été préparé par M. Nitzberg et ne contenait qu'un seul isomère ($1\,CH^3, 2$ et $4\,AzH^2$). A des intervalles divers après l'injection on faisait dans une artère une prise de sang de quelques centimètres cubes. Comme il est assez difficile, surtout en opérant sur de si petites quantités, de recueillir avec certitude le sang pur de façon à n'altérer aucun globule après sa sortie des vaisseaux, nous recevions ce sang dans une solution recevant, par litre, 10^{gr} de chlorure et 6^{gr} d'oxalate de sodium, puis le mélange des deux liquides était rapidement centrifugé et l'on observait si le liquide après séparation des globules était teinté en rose et présentait le spectre de l'oxyhémoglobine. Pour plus de sûreté, l'épreuve était toujours faite simultanément sur deux échantillons se contrôlant l'un l'autre.

» Dans ces conditions, nous avons observé en général avec les doses de 5^{cgr} et 6^{cgr}, vingt-quatre heures après l'injection, une hémoglobinhémie, mais toujours extrêmement légère, très insuffisante, à ce qu'il nous a semblé, pour rendre compte quantitativement et de l'ictère et de l'accumulation du fer. Les doses inférieures ne donnent pas d'hémoglobinhémie appréciable.

» Mais d'autre part, en examinant au microscope le sang des animaux intoxiqués qui ne contenait ainsi que peu ou point d'hémoglobine diffusée, il nous a paru qu'il était particulièrement difficile de faire des préparations de sang sans altérer les globules. Nous avons eu alors l'idée de rechercher si ces faibles doses de toluylène-diamine, qui ne détruisent pas les globules dans le sang circulant, n'affaiblissent pas leur résistance.

» La méthode de Hamburger ne nous a donné que des résultats incertains.

» Nous avons alors employé une méthode nouvelle, méthode qui consiste essentiellement à déterminer par la colorimétrie les proportions croissantes d'hémoglobine dissoutes par une série de solutions salines hypotoniques de concentration décroissante.

» Nous faisions cette détermination pour le sujet de chaque expérience (sang artériel); puis nous lui injections le chlorhydrate de toluylène-diamine (3^{cgr} à 6^{cgr} par kilogramme) et vingt-quatre heures après nous refaisions la détermination.

» On obtient ainsi régulièrement une augmentation notable, parfois allant jusqu'au double, de la proportion centésimale d'hémoglobine diffusée. L'écart est surtout marqué pour les solutions les plus concentrées, c'est-à-dire pour le bas de la courbe.

» Dans les cas où il y avait hémoglobinhémie, la quantité d'hémoglobine libre préexistant dans le sang s'est toujours montrée indosable pour la dilution au $\frac{1}{10}$ dans laquelle nous opérions et ne saurait par conséquent influencer les résultats numériques obtenus par cette méthode.

» Nous pouvons donc conclure que la toluylène-diamine rend les globules beaucoup plus vulnérables pour les solutions hypoisotoniques.

» Mais cette altération n'est pas la seule que subissent les globules. Nous avons observé d'une façon constante, et corrélative à la diminution de résistance des globules, la formation de méthémoglobine. Avec les doses fortes l'altération de la matière colorante est si marquée que le sang prend une couleur chocolat.

» Au spectroscope on observe, outre le spectre de l'oxyhémoglobine, une raie au milieu du rouge. L'addition d'une petite quantité d'ammoniaque fait disparaître cette raie qui est remplacée par une autre plus pâle et située à gauche de D. La première raie correspond au spectre de la méthémoglobine, la seconde à celui de la méthémoglobine alcaline. Ces deux spectres, et surtout le passage de l'un à l'autre par l'addition d'ammoniaque, sont absolument caractéristiques [1].

» Dans une intoxication moins avancée, il faut, pour trouver la raie de la méthémoglobine, examiner le sang sous une épaisseur telle que les deux raies de l'oxyhémoglobine sont fusionnées, parfois même que toute la partie du spectre à droite de D est éteinte. On a ainsi une indication approximative sur les proportions relatives d'oxyhémoglobine et de méthémoglobine dans le sang. Il nous a semblé que la proportion de méthémoglobine formée et la diminution de résistance globulaire marchaient toujours de pair. Nous avons cherché si la proportion de méthémoglobine était plus considérable dans la matière colorante diffusée sous l'influence des solutions hypotoniques que dans le sang total. Notre procédé d'appréciation rudimentaire ne nous a indiqué aucune différence entre ces deux cas.

» Si l'on fait la même recherche au bout de quelques jours sur un animal qui a survécu, on trouve alors non plus une diminution, mais une augmentation nette de la résistance du sang. Ce phénomène n'est pas spécial à la toluylène-diamine; il a déjà été observé par d'autres méthodes après la saignée; il indique ici la réparation de l'anémie causée par le poison.

---

(1) Aucun de nos prédécesseurs n'a, à notre connaissance, signalé la méthémoglobine. On a, il est vrai, indiqué la formation d'hématine, mais nous estimons que c'est une erreur due à une interprétation incorrecte de la raie dans le rouge.

» En résumé, le mécanisme fondamental de l'intoxication par la toluylène-diamine nous paraît consister beaucoup moins en une destruction des globules dans le sang circulant qu'en une altération de ces globules portant sur leur résistance et sur leur matière colorante, altération qui provoque vraisemblablement la destruction de ces globules par les organes hématolytiques et spécialement par le foie. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur le galvanotropisme des Infusoires ciliés.* Note de M. **Henri Mouton** ([1]), présentée par M. Duclaux.

« I. En 1889, M. Verworn ([2]) a montré que, si un courant électrique faible traverse une petite masse de liquide contenant des Infusoires de certaines espèces, notamment des Paramécies, tous ces êtres s'orientent, puis se dirigent vers la cathode, au voisinage de laquelle ils finissent par se rassembler tous. Il a désigné ce phénomène sous le nom de *galvanotropisme*.

» M. Ludloff ([3]) a fait voir, en 1895, que l'action du courant fait exécuter des mouvements différents aux cils des parties du corps respectivement dirigées vers la cathode et vers l'anode, et que ce sont ces mouvements qui déterminent l'orientation, puis la marche vers la cathode de l'Infusoire.

» Le courant agit-il directement par son passage à travers le liquide ou par l'intermédiaire de produits diffusibles formés au voisinage des électrodes et possédant sur les Paramécies une action chimiotropique ? L'expérience suivante montre que la première hypothèse doit être adoptée.

» Deux réglettes de verre collées sur une lame de verre ménagent entre elles une longue rainure fermée à ses deux extrémités par deux autres petites lames. On obtient ainsi une sorte de cuve d'environ 30^{cm} de long et 3^{mm} de large, qu'on remplit d'eau contenant les Infusoires.

» Cette cuve est protégée de l'action du courant sur la moitié de sa longueur par une bande de papier d'étain $\alpha B \alpha$ (représentée par des hachures obliques), qui forme, en même temps, l'une des électrodes. La deuxième électrode A est formée d'une petite bande de papier d'étain recouvrant l'autre extrémité de la rainure.

([1]) Travail fait au Laboratoire de Botanique de l'École Normale supérieure.

([2]) M. Verworn, *Die polare Erregung der Protisten durch den galvanischen Strom.* (*Archiv. für die gesammte Physiologie*, t. XLV; 1895).

([3]) Ludloff, *Untersuchungen über der Galvanotropismus* (*Archiv für die gesammte Physiologie*, t. LIX; 1895).

» On peut d'abord ramasser tous les Infusoires en A en prenant cette électrode pour cathode. Renversant alors le courant, on voit les Paramécies se précipiter vers B. Dès qu'elles ont dépassé les points α et qu'elles se trouvent enfermées dans l'espace protégé



par la bande métallique, leur marche cesse d'être dirigée et elles vont en tous sens : les unes atteignent le fond B de la rainure, d'autres reviennent vers l'ouverture α, mais sont ramenées dans l'espace protégé dès qu'elles en sortent un peu ; et ainsi bientôt toutes sont rassemblées dans l'espace enveloppé par la bande métallique et s'y trouvent distribuées d'une manière homogène. Quelques-unes seulement passant au voisinage des points α d'où les lignes de courant émanent en grand nombre sont tuées par les produits de l'électrolyse.

» Si l'on renverse de nouveau le courant, les Infusoires placés à l'intérieur de la bande métallique ne semblent nullement en subir l'influence, mais ceux qui viennent dans la région des points α sont aussitôt orientés et dirigés vers A. Peu à peu, dans leur course de direction changeante à travers l'espace protégé tous les Infusoires arrivent à passer au voisinage de l'ouverture et subissent dès lors l'action du courant. Ainsi peu à peu la région αBα se vide d'Infusoires, mais bien plus lentement qu'elle ne s'en était remplie.

» Ainsi, que la bande αBα soit anode ou cathode, se manifeste une dissymétrie complète dans la manière dont les Paramécies se comportent de part et d'autre des points α. A gauche, dans la région protégée contre les lignes de force du courant, elles ne subissent aucune influence ; à droite, elles sont orientées et dirigées. On ne peut donc faire intervenir comme cause du mouvement des Paramécies la diffusion de produits formés en α et qui se diffuseraient certainement aussi bien à gauche qu'à droite de ces points.

» II. D'autres Infusoires manifestent en présence des produits de l'électrolyse formés à la cathode un chimiotropisme négatif qui, au voisinage immédiat de cette électrode, surpasse l'action du galvanotropisme positif ; qui, à une distance un peu plus grande, en contrebalance exactement l'effet.

» Si l'on prend pour cathode un fil de platine plongeant verticalement dans une eau contenant des Colpodes et qu'on fasse passer un courant

d'une intensité suffisante pour déplacer vivement les Paramécies, on voit ces derniers Infusoires venir heurter le fil, se contracter, tourner quelque temps autour de leur axe et mourir, désorganisés par les produits de l'électrolyse. Les Colpodes, au contraire, se tiennent à distance du fil, formant autour de lui une couronne de quelques millimètres de diamètre. On a ainsi nettement affaire à une opposition entre le galvanotropisme et le chimiotropisme. Vient-on à supprimer le courant? La couronne de Colpodes se diffuse rapidement dans le liquide en s'éloignant de la cathode. Le renversement du courant, faisant agir dans le même sens les deux actions qui tout à l'heure s'opposaient l'une à l'autre, détermine une dispersion plus rapide encore de l'amas d'Infusoires. »

BOTANIQUE. — *Sur les formes de conservation et de reproduction du black rot.* Note de M. **Joseph Perraud**, présentée par M. Guignard.

« Le Champignon *Guignardia Bidwellii*, cause du black rot de la Vigne, possède, comme beaucoup de Pyrénomycètes, des formes de reproduction très variées : pycnides, spermogonies, périthèces, conidiophores, sclérotes simples ou pycnidiens, spores mycéliennes analogues aux chlamydospores.

» Si les auteurs paraissent d'accord pour reconnaître que le black rot peut présenter, pendant la période de végétation, des pycnides, des spermogonies et des conidiophores, en accordant aux pycnides le rôle prépondérant comme organe de propagation, ils ont émis des opinions contradictoires pour ce qui concerne les moyens de conservation du Champignon pendant l'hiver. Or cette question a une grande importance, car de la connaissance exacte des moyens de reproduction du black rot au début des invasions de chaque année peuvent résulter des indications précieuses pour l'application rationnelle des traitements.

» Dans cette Note se trouvent résumées mes observations sur ce sujet, faites pendant quatre années, dans des vignobles du Centre et de l'Est; certaines ne font que confirmer, en les précisant, des faits déjà annoncés, mais dont quelques-uns ont été niés.

» Mes recherches m'ont amené à considérer comme participant à la perpétuation du black rot d'une année à l'autre : 1° les stylospores sorties de leurs pycnides à l'automne; 2° les pycnides conservées intactes; 3° les sclérotes et périthèces.

» A. — On admettait que les stylospores sorties de leurs pycnides devaient, en raison de leur délicatesse, perdre rapidement leur faculté germinative. J'ai pu vérifier maintes fois le contraire en automne et en hiver. A ces époques, d'ailleurs, elles n'ont plus le même aspect qu'en été; elles sont plus colorées et possèdent une enveloppe plus épaisse.

» Ces *spores d'hiver* proviennent surtout des pycnides portées par les feuilles, en automne, et aussi par les sarments. Elles sont disséminées partout, notamment sur les diverses parties des souches, et sont ainsi bien placées pour contribuer aux premières invasions du printemps.

» Aussi conviendrait-il, lorsqu'on applique le premier traitement sur les feuilles, de sulfater tous les bois du cep, ce qui est facile à ce moment.

» B. — Les pycnides peuvent servir à la perpétuation du black rot en conservant intactes leurs stylospores pendant tout l'hiver.

» Mais sur les raisins blackrotés, les pycnides ainsi conservées sont l'exception. Au contraire, sur les bois malades, un grand nombre de pycnides conservent leurs stylospores à l'état vivant : ce qui explique le danger de laisser au milieu des vignobles des sarments entassés après la taille.

» On trouve également, en petit nombre, sur les raisins blackrotés, des spermogonies remplies de spermaties pendant l'hiver; mais on ignore le rôle que peuvent jouer ces fructifications.

» C. — M. E.-C. Bidwell, en Amérique, MM. Viala et Ravaz, Prillieux, Prunet, en France, ont étudié dans des conditions différentes la formation des sclérotes et des périthèces du black rot. J'ai fait sur cette question des recherches qui me permettent d'en préciser certains points.

» Les périthèces sont les organes les plus communs de reproduction du black rot au printemps. Ils se forment aux dépens d'un tissu sclérotique développé à l'intérieur des pycnides préexistantes. Il est excessivement rare que des sclérotes se forment en dehors des pycnides vides. Les spermogonies même sont rebelles à la production des sclérotes. Ainsi, très fréquemment, on trouve associées des pycnides et des spermogonies séparées par une cloison commune; les premières sont transformées alors que les secondes restent entières.

» Les sclérotes pycnidiens s'organisent en périthèces; ils ne donnent que très exceptionnellement des pycnides; je ne les ai jamais vus former des spermogonies.

» La différenciation du tissu sclérotique commence dès les premiers jours de novembre et se poursuit pendant tout l'hiver. En février apparaissent les premières asques, et les sporidies sont formées en avril; elles peuvent donc, avec les stylospores d'hiver, contribuer aux premières invasions du printemps.

» Des divers organes de la vigne susceptibles d'être attaqués par le black rot, les raisins seuls donnent naissance à des périthèces; les feuilles tombées sur le sol et les parties lignifiées n'en portent pas.

» La transformation des pycnides des raisins en sclérotes et plus tard en périthèces s'opère également lorsque les grappes desséchées sont restées suspendues sur les souches, sont tombées à la surface du sol ou sont enfouies plus ou moins profondément dans la terre.

» Dans ce dernier cas, la composition du sol n'a sur elle aucune influence sensible. L'évolution des sclérotes suit la même marche sur les raisins enfouis dans des sols sableux, granitiques, argileux ou calcaires, quelle que soit la date de l'enfouissement à partir du 15 octobre.

» La maturité des asques est seulement de quelques jours plus hâtive dans les sols sableux ou granitiques, s'échauffant plus facilement. D'une manière générale, si le printemps est sec, elle est plus avancée sur les raisins enterrés que sur ceux restés suspendus aux ceps, parce que l'humidité joue un rôle considérable dans l'évolution des périthèces, comme l'a indiqué M. Prunet. La proportion des conceptacles ne produisant pas de périthèces (20 pour 100 environ d'après mes observations) est à peu près la même dans tous les cas.

» Ces constatations montrent que, contrairement à ce qui a été dit, l'enfouissement des grappes blackrotées par des labours d'automne ne peut être considéré comme un moyen de destruction du parasite. Par ce procédé, on peut seulement immobiliser un nombre plus ou moins considérable de germes, à condition de ne pas déterrer, par les façons suivantes données au sol, les grappes et les grains précédemment enterrés. »

BOTANIQUE. — *Le* Botrytis cinerea *et la maladie de la Toile.* Note de M. J. **Beauverie**, présentée par M. Ph. Van Tieghem.

« Nous avons fait connaître, dans une Note récente (1), que le *Botrytis cinerea*, cultivé sur terre humide à une haute température, se transforme en une forme stérile fixe, qui est précisément le mycélium constituant la maladie appelée *Toile* par les horticulteurs.

» Des praticiens nous ont appris, depuis cette Communication, que la Toile a commencé ses ravages dans la région lyonnaise, il y a seulement une quinzaine d'années, à partir du moment où les horticulteurs ont pris l'habitude de chauffer fortement, dans une atmosphère confinée, les châssis et les couches, pour faciliter les germinations et la reprise des boutures. Elle était inconnue avant cette époque. Ceci vient bien à l'appui de ce que nous avons dit de la transformation du *Botrytis* qui, dans les circonstances ordinaires, reste inoffensif.

» Nous avons institué une série d'expériences comparatives, afin de voir comment se comporte le *Botrytis cinerea* sur des substratum de compositions physique et chimique variées, placés soit à la température de 30°,

(1) *Comptes rendus*, séance du 27 mars 1899.

soit à la température ordinaire du laboratoire (14° à 18°) et soumis à des conditions diverses d'éclairage et d'humidité.

» Sur terre humide à 30°, la transformation est complète; on obtient une forme stérile identique à la Toile, qui, ensemencée sur d'autres milieux et dans les circonstances les plus variées, se montre définitivement fixée; elle produit sur les végétaux les ravages que l'on sait. A la température ordinaire, on a également transformation en une forme complètement stérile mais non fixe, car, transportée sur des milieux plus nutritifs, elle ne tarde pas à faire retour à la forme *Botrytis;* de plus, elle est beaucoup moins dangereuse pour les semis et pour les boutures. Si l'on vient à la soumettre à la température de 30°, elle acquiert toutes les propriétés de la première forme.

» Sur d'autres milieux plus nutritifs que la terre, nous obtenions à 30° une série de transformations du *Botrytis cinerea* et une production de formes stériles, moins complètement modifiées que ne l'est la Toile. Ces formes, replacées dans les conditions qui favorisent le développement du *Botrytis cinerea* normal, font retour au type au bout d'un temps égal à celui qu'a nécessité leur production. A la température ordinaire se produisait sur ces milieux la fructification normale.

» Les principaux substratum sur lesquels nous avons constaté ces faits sont : la liqueur de Raulin, utilisée liquide, ou imbibant de la pierre ponce, ou rendue solide par la gelose à 2 pour 100; des solutions de peptone à 25° et 40° pour 1000; du bouillon de viande; de la gélatine nutritive; du lait, sur lequel se produit un bourgeonnement toruleux particulier des têtes fructifères; amidon, pomme de terre, carotte.

» Sur des milieux peu nutritifs, comme eau de levure, liquide Raulin sans azote, glucose à 4 pour 100, il y avait production de formes stériles, à basse température comme à 30°, quoique moins nettement.

» Une culture en grand, sur glucose à 10 pour 1000, nous a donné, à la température ordinaire, exclusivement la forme à sporidies signalée par de Bary.

» Ces expériences montrent la grande influence qu'ont sur la transformation du *Botrytis* une température élevée et une teneur médiocre du substratum en éléments nutritifs. Quelle est la part de l'humidité?

» Utilisant la notion des tensions des vapeurs au-dessus des solutions salines, nous avons fait deux séries de cultures sur gélatine nutritive, dans des atmosphères présentant des fractions de saturation différentes; une série était mise à l'étuve à 30°, l'autre restait à la température ordinaire (14° à 18°). Nous constations que la transformation du *Botrytis* en Toile s'opère, quoique imparfaitement, à la température ordinaire, si l'atmosphère est saturée ou presque saturée d'humidité; on trouve alors, à côté de la forme modifiée, des fructifications normales. Le développement normal est plus abondant que dans la culture correspondante à 30°, mais, chez celle-ci, le passage est

complet. A la température ordinaire, l'aptitude du végétal à se transformer cesse brusquement si l'humidité diminue; elle subsiste encore à 30° pour une sécheresse relative.

» L'obscurité qui, d'après Rindfleisch, L. Klein, Lendner, favorise la production des conidies de *Botrytis*, n'est pas un obstacle à la production de la forme stérile, comme nous l'ont montré des expériences faites dans des récipients recouverts d'une épaisse couche de vernis noir. Il se produit quelques modifications particulières : sur lait et liquide Raulin, les parois des filaments présentent fréquemment d'énormes épaississements; sur bouillon de viande, elles se plissent et il y a production de cellules géantes; sur lait, les filaments qui hérissent les têtes fructifères modifiées s'enroulent constamment en spirale, donnant à ces têtes un aspect caractéristique.

» *En résume :* haute température (30° au plus), état hygrométrique voisin de la saturation, substratum médiocrement nutritif, atmosphère confinée, sont les conditions qui, réunies, favorisent au plus haut degré la transformation du *Botrytis cinerea* en une forme stérile fixe (*Toile*) très dangereuse pour les végétaux. Ces facteurs agissant seuls peuvent opérer partiellement cette transformation : ils donneront une forme Toile, non fixée et peu dangereuse pour les semis et les boutures.

» Nous ajouterons donc aux moyens que nous préconisions lors de notre précédente Note qu'il serait sage, pour éviter le retour de la Toile dans les établissements qui y sont sujets, de revenir aux anciennes méthodes de bouturage, de ne point agir avec des températures élevées et surtout d'aérer le plus possible les cultures, en un mot d'éviter les hautes températures et l'excès d'humidité si favorables, surtout quand ils coïncident, au développement de la Toile. »

BOTANIQUE. — *Sur la germination du* Neottia Nidus-Avis ([1]). Note de M. **Noel Bernard**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« J'ai eu l'occasion d'observer la germination des graines de *Neottia Nidus-Avis* dans les circonstances suivantes : une tige aérienne de cette plante, portant ses fruits bourrés de graines, s'est trouvée, sans doute à l'automne dernier, accidentellement enterrée dans le sol, sous une couche

---

([1]) Travail fait au Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau.

de feuilles mortes. Au printemps, les graines, encore enfermées dans les fruits, ont germé en grand nombre; cela m'a permis d'observer les premiers stades de la germination depuis la graine jusqu'à de jeunes plantes ayant 5^{mm} de longueur.

» Ces plantules ont la forme de massues à l'extrémité aiguë desquelles reste encore fixé le tégument déchiré de la graine; leur surface est lisse et ne présente pas de poils absorbants. En coupe, on y observe trois sortes de cellules : 1° au centre, des cellules à parois minces formant un parenchyme riche en amidon ; 2° quelques assises de cellules presque entièrement remplies par un peloton serré de filaments mycéliens cloisonnés; 3° à la périphérie, une assise de cellules épidermiques sans amidon et sans filaments mycéliens.

» Ces trois types de cellules se rencontrent avec les mêmes caractères dans les racines et dans le rhizome des plantes adultes; en particulier, les cellules du second type, avec filaments mycéliens dits *mycorhizes,* ont été souvent décrites.

» La présence de ces mycorhizes dans les cellules dès les plus jeunes stades de la germination, alors que les graines en paraissent complètement dépourvues, s'explique par les observations suivantes :

» On trouve à cette époque de l'année, dans la forêt de Fontainebleau, des tiges de *Neottia* dressées hors du sol et portant encore les fruits qui se sont formés l'été dernier. Ces tiges sont desséchées et creuses par suite de la destruction du parenchyme central. Une trentaine de ces tiges, que j'ai pu examiner, ont présenté constamment, à leur base, dans la partie restée sous le sol et à l'humidité, un lacis serré de filaments mycéliens remplissant la cavité interne. Ces filaments sont de couleur brune, ramifiés et cloisonnés; on y observe normalement des anastomoses en boucle entre deux cellules successives. A la base de la tige, ces filaments mycéliens sont en relation avec de vieilles cellules à mycorhizes facilement reconnaissables; à l'intérieur des cellules, les filaments ont une membrane plus mince, et l'on y observe quelquefois, mais pas toujours, des anastomoses en boucle.

» Il existe donc ainsi, dans les tiges mortes, de nombreux filaments de mycorhizes libres qui ne s'étendent que dans la partie enterrée et humide des tiges; la partie dressée hors du sol, complètement sèche, en est dépourvue.

» Or la tige entièrement enterrée dont j'ai parlé plus haut a été maintenue à l'humidité dans toute sa longueur; j'ai vérifié que les filaments mycéliens s'y sont étendus dans toutes les parties; il en existe dans le

pédoncule des fruits, et la cavité des fruits elle-même en est envahie. Les graines en germination que ces fruits contiennent sont enserrées par ces filaments et réunies en paquets plus ou moins volumineux. Ainsi la germination des graines s'est opérée au sein d'une culture de mycorhizes libres.

» Les auteurs qui ont tenté de faire germer des graines de *Neottia* dans les conditions d'humidité, d'aération et de température qui suffisent d'ordinaire pour provoquer les germinations n'ont pas observé de modifications de ces graines ([1]). Je n'ai moi-même pas obtenu de résultats dans des expériences de ce genre, plusieurs fois répétées. Je suis donc amené à conclure que les mycorhizes sont indispensables à la plante dès l'époque de sa germination.

» M. Prillieux ([2]) a signalé la propagation des *Neottia Nidus-Avis* par persistance durant l'hiver de leurs parties souterraines (racines contenant des mycorhizes); la propagation par graines n'avait pas encore, à ma connaissance, été constatée. Mais, quel que soit celui des modes par lequel l'espèce se conserve, on voit que les *Neottia* vivent en symbiose avec des champignons à tous les moments de leur développement. Des descriptions données par MM. Prillieux et Rivière pour l'*Angræcum maculatum* ([3]) et par M. Fabre pour l'*Ophrys apifera* ([4]), il semble résulter qu'une semblable symbiose s'opère aussi dès la germination.

» La symbiose serait donc plus complète pour ces espèces et sans doute pour beaucoup d'Orchidées que pour les plantes à mycorhizes dont les graines peuvent germer et végéter dans un sol stérilisé. »

([1]) Germain de Saint-Pierre, *La collection d'Orchidées des latitudes tempérées cultivées au château d'Eu* (*Bulletin de la Société botanique de France*, t. XXIII, Session extrordinaire).

([2]) Ed. Prillieux, *De la structure anatomique et du mode de végétation du* Neottia Nidus-Avis (*Ann. Sc. nat. Bot.*, 4e série, t. V, 1856).

([3]) J.-H. Fabre, *De la germination des Ophrydées et de la nature de leurs tubercules* (*Ann. Sc. nat. Bot.*, t. V, p. 163; 1856).

([4]) E. Prilleux et A. Rivière, *Observations sur la germination et le développement d'une Orchidée* (Angræcum maculatum) (*Ann. Sc. nat. Bot.*, t. V, p. 119; 1856).

PÉTROGRAPHIE. — *Sur une tachylyte du fond de l'Atlantique nord.* Note de M. **P. Termier**, présentée par M. Michel Lévy.

« J'ai décrit, dans une précédente Note [1], une curieuse *tachylyte* (basalte vitreux, hyalobasalte) dont on m'a apporté des fragments, arrachés par des dragages au fond de l'Atlantique, en une région où le fond est constitué par des affleurements rocheux, à 500 milles environ au nord des Açores. Depuis lors, MM. de Nerville et Holfeld m'ont procuré de nouvelles esquilles de la même roche, et j'ai pu compléter, et, sur un point, rectifier mes premières observations.

» Toutes les esquilles ont sensiblement la même densité, et toutes renferment, en abondance, de petits cristaux, parfaitement formés, d'une olivine limpide.

» Quelques-unes montrent, au microscope, les taches polychroïques et biréfringentes que j'ai signalées; d'autres n'en contiennent pas et ne montrent, dans un verre brun clair, isotrope et homogène, que des cristaux et des cristallites d'olivine.

» Les taches brun foncé, polychroïques et biréfringentes, dont j'ai parlé, sont le plus souvent clairsemées dans la matière vitreuse : c'est le cas de l'échantillon que j'ai décrit dans ma première note. Elles peuvent aussi être très serrées, au point de se toucher, de se superposer même dans l'épaisseur de la préparation, et de constituer enfin une sorte de feutrage où le verre ne joue plus qu'un rôle tout à fait surbordonné.

» Ces taches polychroïques et biréfringentes ne vont jamais sans un paquet ou un réseau de trichites noirs très fins. Elles s'arrêtent où les trichites s'arrêtent. Quand elles entourent un cristal d'olivine, elles renferment tout autant de trichites, et les mêmes, que lorsqu'elles se développent en plein verre. Réciproquement, partout où les trichites se montrent, ils sont baignés dans une tache polychroïque et biréfringente.

» D'autre part, ces taches ne disparaissent point par la calcination, même quand celle-ci est poussée jusqu'à la température de ramollissement du verre à vitres. La matière vitreuse ambiante prend, par cette calcination, une couleur plus foncée; mais le polychroïsme des taches persiste, et

(1) *Comptes rendus,* séance du 27 mars 1899.

il n'y a de modification sensible, ni dans la forme et la distribution des trichites, ni dans la biréfringence de la matière polychroïque.

» Ces caractères éloignent l'idée qui m'était venue tout d'abord, et d'après laquelle les taches en question seraient assimilables aux *auréoles polychroïques* du mica et de la cordiérite. Ici, les auréoles eussent été déterminées, dans du verre coloré, par des phénomènes de tension. Il y aurait eu développement d'un *polychroïsme accidentel*, en même temps que d'une double réfraction accidentelle. Sans doute l'expérience n'a jamais, jusqu'à présent, réalisé ce polychroïsme accidentel; mais il n'est cependant pas absurde, *a priori*, d'en concevoir la réalisation.

» Je regarde aujourd'hui comme plus probable que chacune des taches polychroïques et biréfringentes corresponde à un cristal naissant d'un certain minéral. Tel est, en tout cas, l'avis de M. Michel Lévy, qui a bien voulu examiner mes préparations. Ce minéral naissant aurait les propriétés suivantes : polychroïsme énergique dans des tons bruns ou brun rougeâtre ; angle vrai des axes optiques voisin de 90° ; biréfringence considérable, que l'on ne peut d'ailleurs mesurer, l'épaisseur des cristaux en question, noyés dans le verre, n'étant pas susceptible d'évaluation. Les taches de forme allongée, examinées entre deux nicols croisés, s'éteignent, par rapport à la direction de l'allongement, sous de petits angles.

» Ces propriétés font songer à la hornblende ferrifère. La biréfringence semble trop élevée pour que l'on puisse l'attribuer à l'hypersthène. Je ne connais aucun autre minéral qui réponde aux conditions du problème.

» Mais la naissance de la hornblende, en pleine roche vitreuse, a de quoi surprendre. C'est l'augite que l'on se serait attendu à trouver : et c'est à peine si, dans toutes mes préparations, on voit apparaître deux ou trois cristallites incolores qui ne soient pas de l'olivine, et dont l'attribution à l'augite ne soit pas invraisemblable.

» De plus, la forme extérieure de ces prétendus cristaux de hornblende est arrondie, nuageuse, sans aucune tendance vers une figure géométrique, alors que les plus petits cristallites d'olivine ont déjà une forme orthorhombique parfaitement nette. Je cite encore, comme une objection grave à l'hypothèse qui attribue toutes les taches polychroïques à des cristaux naissants de hornblende, je cite, dis-je, ce fait que le microscope ne montre en lumière naturelle qu'une très petite différence d'indice de réfraction entre la matière des taches et le verre ambiant.

» On voit donc que la tachylyte ramenée du fond de l'Atlantique nord se trouve être une curiosité minéralogique, en même temps qu'une curiosité géologique. Il est à désirer que d'autres dragages soient faits dans la même région, afin d'élucider les nombreux problèmes que soulève d'ores et déjà, sans les pouvoir résoudre, l'examen pétrographique de ces minuscules esquilles. »

M. **Ed. Spalinowski** adresse une Note relative à quelques « phobies » pathologiques.

La séance est levée à 4 heures un quart.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 15 mai 1899.

Station de Chimie végétale de Meudon (1883-1899). *Chimie végétale et agricole,* par M. Berthelot, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences. Paris, Masson et Cie, Gauthier-Villars, 1899; 4 vol. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

De l'extension du système décimal à la mesure de la circonférence. Éphémérides et Tables numériques en parties décimales du quart de cercle, préparées pour une application à la navigation, par le Capitaine de frégate E. Guyou. Paris, Gauthier-Villars, 1899; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Guyou.)

Notice sur le Quarrimètre, appareil enregistreur pour la mesure des quarres du Pin maritime, par J. Demorlaine. Compiègne, Henry Lefebvre, 1898; 1 fasc. in-12.

Ornis. Bulletin du Comité ornithologique international. T. IX (1897-1898), n° 3. Paris, Masson et Cie, 1899; 1 br. in-8°.

Annales télégraphiques. Mémoires et documents relatifs à la Télégraphie et à l'Électricité. 3e série, t. XXIV, sept.-oct. 1898. Paris, Vve Ch. Dunod, 1898; 2 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société géologique de France. 3e série, t. XXVII, 1899, n° 1. Paris, au siège de la Société, 1899; 1 fasc. in-8°.

La tuberculose dans la République Argentine, par le Dr Samuel Gache. Buenos Ayres, Augustin Etchepareborda, 1899; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

La tuberculosis en la Habana, por el Dr Antonio de Gordon y de Acosta. Habana, 1899; 1 fasc. in-12.

Égypte, Inde, Ceylan, Chine et Japon : leur agriculture, par I. Klinguen. Saint-Pétersbourg, 1898-99. (En russe.) (Offert par M. Venukoff.)

Die Elemente des Erdmagnetismus... und ihre säcularen Aenderungen ...., von Dr H. Fritsche. Saint-Pétersbourg, 1899; 1 fasc. in-8°.

Onoranze a Francesco Brioschi. (Liste de souscription.) Milano, 1899; 1 fasc. in-4°.

On gravitation in gaseous nebulae. Francis-E. Nipher. (*Transactions of the Academy of Science of Saint-Louis*. Vol. IX, n° 4, 1899.) 1 fasc. in-8°.

Some insects injurious to garden and orchard crops, by F.-H. Chittenden. Washington, 1899; 1 fasc. in-8°.

Geological literature, added to the geological Society's library, during the year ended December 31st, 1898. London, Burlington house, 1899; 1 vol. in-8°.

Memoirs and proceedings of the Manchester literary and philosophical Society, 1898-99. Vol. XLIII, Part I. Manchester; 1 vol. in-8°.

The institution of mechanical engineers : Proceedings. October, 1898, n° 4. London, 1 vol. in-8°.

Transactions of the South African philosophical Society. Vol. X, Part. 2-3, 1898. Cape Town, 1899; 2 fasc. in-8°.

The journal of the College of Science imperial University of Tokyo, Japan. Vol. XI, Part. II. Tokio, Japan, 1899; 1 fasc. in-4°.

Meteorologische Beobachtungen angestellt in Jurjew im Jahre 1898. Jurjew, 1899; 1 fasc. in-8°.